MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO

CADERNO DE INSTRUÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO

1ª Edição
2018

EB80-CI-72.001

EB80-CI-72.001

MINISTÉRIO DA DEFESA

EXÉRCITO BRASILEIRO

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

CADERNO DE INSTRUÇÃO DE GEOINFORMAÇÃO

1ª Edição
2018

PORTARIA Nº 114 - DCT, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2018.
(EB: 64486.002659/2018-13)

Aprova o Caderno de Instrução de Geoinformação (EB80-CI-72.001) – 1ª Edição – 2018.

O **CHEFE DO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, no uso da atribuição que lhe confere o inciso III do art. 14 do Regulamento do Departamento de Ciência e Tecnologia (R-55), aprovado pela Portaria do Comandante do Exército nº 370, de 30 de maio de 2005, o art. 44 das Instruções Gerais para as Publicações Padronizadas do Exército (EB10-IG-01.002), aprovadas pela Portaria do Comandante do Exército nº 770, de 7 de dezembro de 2011, resolve:

Art. 1º Aprovar o Caderno de Instrução de Geoinformação – 1ª Edição – 2018, que com esta baixa.

Art. 2º Estabelecer que esta Portaria entre em vigor na data de sua publicação.

Gen Ex EDSON LEAL PUJOL
Chefe do Departamento de Ciência e Tecnologia

Publicado no Boletim do Exército nº 51, de 21 de dezembro de 2018

FOLHA REGISTRO DE MODIFICAÇÕES (FRM)

NÚMERO DE ORDEM	ATO DE APROVAÇÃO	PÁGINAS AFETADAS	DATA

ÍNDICE DE ASSUNTOS

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

1.1 FINALIDADE

Este Caderno de Instrução tem por finalidade complementar as informações contidas no Manual de Campanha de Geoinformação (EB20-MC-10.209), apresentando aos militares de corpo de tropa conhecimentos teóricos básicos e aspectos práticos no uso da geoinformação, de uma maneira mais detalhada.

Dessa forma, pode-se citar as seguintes finalidades específicas deste Caderno de Instrução:

a) Apresentar os aspectos teóricos básicos (Forma da Terra, Sistemas de Referência, de Coordenadas e de Projeções e Escala) envolvidos no processo de representação cartográfica dos elementos geográficos existentes na superfície terrestre em um produto geoespacial, associado a um sistema de projeção cartográfica, seja ele em meio físico ou em meio digital.

b) Apresentar os conceitos básicos de geoprocessamento necessários para o perfeito entendimento do uso e manipulação da geoinformação digital, conforme o exemplo apresentado na Fig 1:

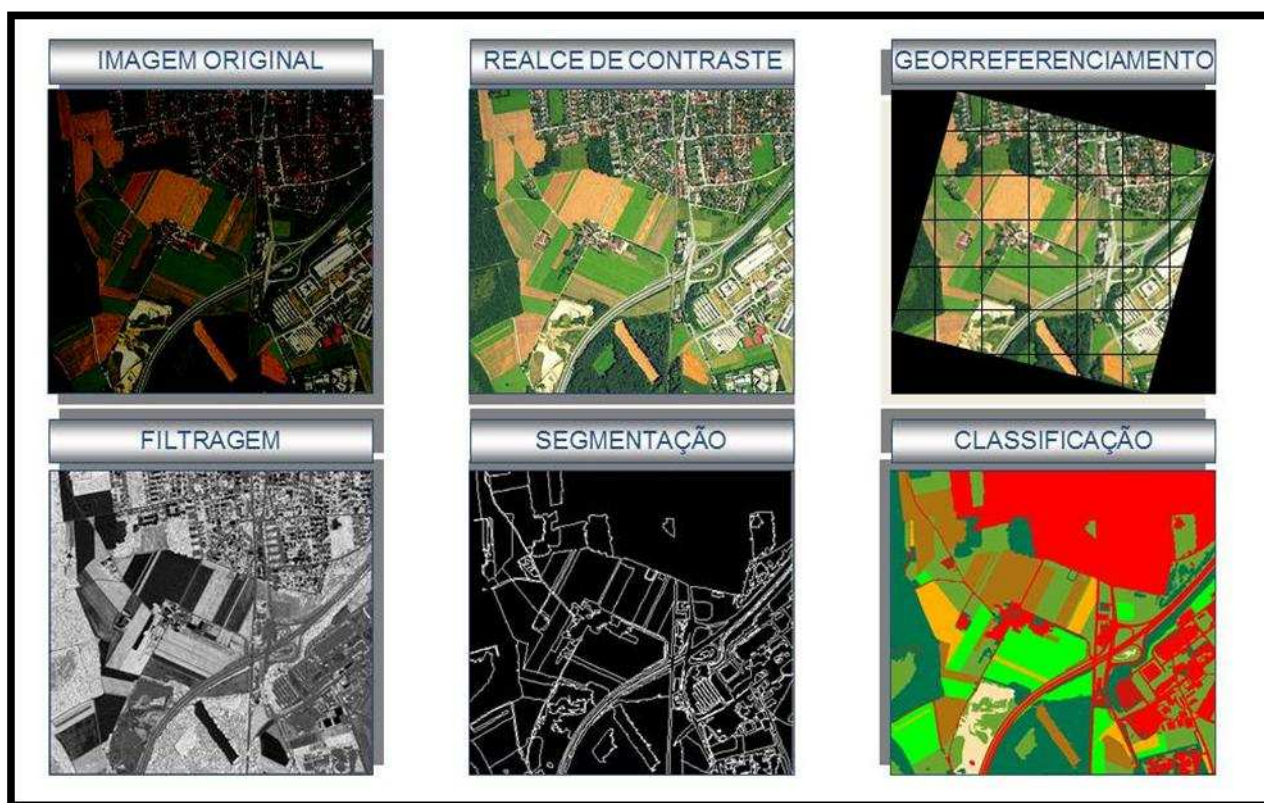



Fig 1 – Manipulação da Geoinformação.

c) Apresentar o software livre de geoprocessamento em uso no âmbito do Serviço Geográfico; e

d) Apresentar os procedimentos necessários para o emprego adequado da geoinformação digital em prol das atividades militares que dependam do conhecimento do terreno.

Este Caderno de Instrução encontra-se dividido em 3 partes: a primeira delas aborda a teoria básica ligada à Geoinformação e a instalação do software QGIS, sendo indicada a ser ministrada à distância nos Estágios Básicos de Geoinformação para Corpo de Tropa. A segunda parte é eminentemente prática e baseia-se na elaboração de produtos geoespaciais básicos por intermédio do emprego da Geoinformação. Já a terceira parte aborda as análisies espacias e suas possibilidades de emprego militar. Dessa forma, os capítulos descritos na Tab 1 objetivam contextualizar o usuário e capacitá-lo a compreender a essência deste caderno de instrução.

PARTE I – TEORIA DE GEOINFORMAÇÃO BÁSICA E CONFIGURAÇÃO DO QGIS		
Capítulo	**Descrição**	**Conteúdos**
I	INTRODUÇÃO	Apresenta as considerações iniciais sobre Geoinformação, bem como as definições básicas ligadas ao tema, suas fontes de insumos e o processo de produção da Geoinformação.
II	CONCEITOS FUNDAMENTAIS	Apresenta os conceitos relativos às formas de representação da Terra, os Sistemas Geodésicos de Referência, os Sistemas de Coordenadas, as Projeções cartográficas e as Escalas de Representação, de uma forma objetiva e prática.
III	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	Apresenta os principais conceitos ligados aos SIG, bem como suas possibilidades de emprego.
IV	QGIS: INSTALAÇÃO E EMPREGO BÁSICO	Aborda os procedimentos básicos de instalação e configurações iniciais
PARTE II – PRÁTICA BÁSICA COM O QGIS		
Capítulo	**Descrição**	**Conteúdos**
V	BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS DO EXÉRCITO (BDGEX)	Apresenta o BDGEX, seus produtos e seus níveis de acesso.
VI	AQUISIÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DE DADOS MATRICIAIS	Apresenta outras fontes de dados matriciais e os procedimentos necessários para o georreferenciamento destes dados.
VII	MAPAS TEMÁTICOS	Apresenta os conceitos básicos para elaboração de mapas qualitativos e quantitativos, com uma introdução à consulta espacial.
VIII	COMPOSITOR DE IMPRESSÃO	Apresenta as principais funcionalidades do compositor de impressão, destacando os melhores métodos para impressão dos produtos gerados.
PARTE III – PRÁTICA AVANÇADA COM O QGIS – ANÁLISES ESPACIAIS E EMPREGO MILITAR		
Capítulo	**Descrição**	**Conteúdos**

IX	ANÁLISE ESPACIAIS	Aborda as principais análises espaciais, tais como medições, consultas espaciais, criação de áreas de alcance, Geocodificação e criação e emprego prático de zonas de concentração, áreas de influência e Mapas de Calor.
X	PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE MDE	Apresenta como determinar o Perfil Topográfico do Terreno e como criar Mapas de Declividade e Mapas 3D.
XI	POSSIBILIDADES DE EMPREGO MILITAR DA GEOINFORMAÇÃO	Apresenta algumas possibilidades de emprego da Geoinformação no meio militar, como criação de percurso de marchas ou TAF, elaboração de esquemas de manobra, emprego para confecção de planos de chamada e seleção complementar de recrutas, elaboração de mapas de trafegabilidade de blindados.

Tab 1 – Descrição dos Capítulos do Caderno de Instrução de Geoinformação

1.2 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O uso da informação do terreno por qualquer Força Terrestre pode ser considerado como uma condição básica para a execução das operações militares, independentemente da motivação, dos meios e tropas empregados.

Os comandantes de todos os níveis, desde o mais simples (pequenas frações) até o mais complexo (Força Terrestre Componente) necessitam conhecer o terreno de forma a melhor planejar e executar suas ações, criando condições para que suas decisões sejam as melhores possíveis dentro do conturbado ambiente de conflito permanente existente na atualidade.

Seu uso criterioso é de conhecimento antigo, já tendo sido alvo de inúmeros estrategistas e pensadores militares que analisaram os diversos fatores da guerra e suas consequências nos resultados dos conflitos armados. Dentre os ensinamentos de Sun Tzu (500 a.c.), destaca-se:

> "*Conheça o inimigo e a si mesmo e você obterá a vitória sem qualquer perigo; conheça o terreno e as condições da natureza, e você será sempre vitorioso*." (Sun Tzu)

A análise do terreno é realizada da mesma forma há inúmeras décadas, com base em mapas temáticos ("calcos") superpostos a cartas topográficas e imagens, utilizando meios analógicos (papel e filme) como mecanismo de armazenamento.

Desde o surgimento dos computadores na década de 1940 houve uma série de transformações nas atividades humanas, em todas as áreas do conhecimento (ciências formais e empíricas ou naturais e sociais). Isso provocou uma verdadeira revolução em nossa sociedade, e na maneira como ocorre a geração, o processamento e a disponibilização das informações apresentadas por inúmeras fontes. A seleção do que é ou não é importante fica cada vez mais complexa e difícil na medida de que se é capaz de absorver somente uma pequena parte de tudo isso.

Na área das chamadas Geociências (Ciências da Terra) o uso de sistemas computacionais na produção e manipulação das chamadas informações geográficas (relacionadas com o espaço geográfico terrestre), ou simplesmente geoinformação, se tornou mais efetivo a partir do final da década de 1980 e início da década de 1990. Sua

principal limitação era a necessidade de existir equipamentos capazes de processar uma grande quantidade de dados, principal característica das informações terrestres.

No ano de 2014 o Estado-Maior do Exército publicou o Manual de Campanha de Geoinformação (EB20-MC-10.209), materialização prática e embrionária de toda essa revolução na área das geotecnologias que se relaciona com a representação digital do terreno para uso em aplicações militares.

Neste Caderno de Instrução serão apresentados os conceitos básicos teóricos e práticos que se relacionam com: o posicionamento e a navegação terrestres (Geodésia), o uso e a manipulação de imagens (Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens), a modelagem e a representação da superfície terrestre (Cartografia e Modelo Digital de Elevação) e as ferramentas de análise espacial disponíveis no sistema computacional que integra todos esses conceitos (Sistema de Informações Geográficos). Além disso será apresentado o Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), em suas versões de uso civil e militar, principal ferramenta de disponibilização de geoinformação da Força Terrestre.

Procura-se com isso, iniciar a disseminação do uso de ferramentas computacionais de geoprocessamento na execução de atividades finalísticas e de apoio das OM operacionais do Exército, o mais importante usuário do Serviço Geográfico.

Dessa forma, num primeiro momento serão abordados os conhecimento necessários sobre cartografia, permitindo aos usuários o correto emprego dos softwares de Geoinformação. O *software* propriamente dito e suas funcionalidades serão abordados numa segunda parte, bem como algumas de suas possibilidades de emprego por militares de corpo de tropa.

Dentre os documentos que serviram como consulta para elaboração do presente caderno de instrução, bem como poderão servir para o melhor entendimento dos conceitos apresentados e o potencial de emprego da geoinformação digital voltado às operações militares, podem ser listados:

- MD33-M-02: Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas (Desenvolvimento do complemento DGSToolsOp);
- EB20-MC-10.209 : Manual de Campanha de Geoinformação;
- EB89-MT-78.001: Manual Técnico Para Metodologia de Desenvolvimento de Software do Exército;
- T-34-700 (1ª e 2ª parte): Manual Técnico de Convenções Cartográficas;
- IP 17-82: A Viatura Blindada de Combate – Carro de Combate Leopard 1 A 1;
- IP 17-84: A Viatura Blindada de Combate – Carro de Combate M60 A3 TTS;
- Portaria Nº 011 – DCT, de 29 de março de 2010: Plano de Padronização do Âmbiente e Migração para Software Livre no Exército Brasileiro versão 2010;
- EB60-ME-11.401: Manual de Ensino – Dados Médios de Planejamento Escolar.

1.3 DEFINIÇÕES BÁSICAS

Para iniciarmos o estudo da Geoinformação, faz-se necessário a distinção entre Geoinformação, Geoprocessamento e Geotecnologias, bem como entre Cartografia, Geodésia e Topografia. Dessa forma, empregaremos os seguintes conceitos:

a) **Geoinformação**: representa um conhecimento associado a uma referência geográfica resultado do processamento de dados espaciais, que destinam-se a apoiar o processo decisório (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014);

b) **Geoprocessamento**: é uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da Geoinformação, por intermédio de ferramentas para aplicação em praticamente todas as áreas do conhecimento que lidam com o posicionamento geoespacial. As principais ferramentas computacionais empregadas no Geoprocessamento são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014);

c) **Geotecnologias**: as geotecnologias fornecem o suporte necessário para os processos de produção, customização e disponibilização de diversos produtos e serviços de Geoinformação, para as mais variadas aplicações (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014).

A Fig 2 apresenta a relação entre Geoprocessamento e Geotecnologias, onde são apresentadas também, algumas das principais Geotecnologias atuais.

Fig 2 – Relação entre Geoprocessamento e Geotecnologias. (Medeiros, 2013)

d) **Cartografia**: é um conjunto de estudos e operações científicas, técnicas e artísticas que, tendo como base os resultados de observações diretas ou a análise de documentação já existente, visa à elaboração de mapas, cartas e outras formas de expressão gráfica ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos, bem como sua utilização (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014).

e) **Geodésia**: é a ciência que estuda a forma e as dimensões da Terra, a determinação da posição de pontos sobre sua superfície ou próximos a ela e a modelagem do campo gravitacional terrestre (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014).

f) **Topografia:** é a ciência que estuda as características presentes na superfície terrestre de um determinado e limitado território.

1.4 FONTES DA GEOINFORMAÇÃO

No processo de produção da Geoinformação, existem três fontes básicas:

a)Sensoriamento Remoto: É o conjunto de técnicas que são empregadas para levantar características físicas de um objeto ou alvo sem tocá-lo. Os sensores atuais fornecem imagens digitais (dados matriciais) empregando energia eletromagnética refletida ou emitida pelo alvo, a qual é captada pelo sensor, conforme pode ser observado na Fig 3.

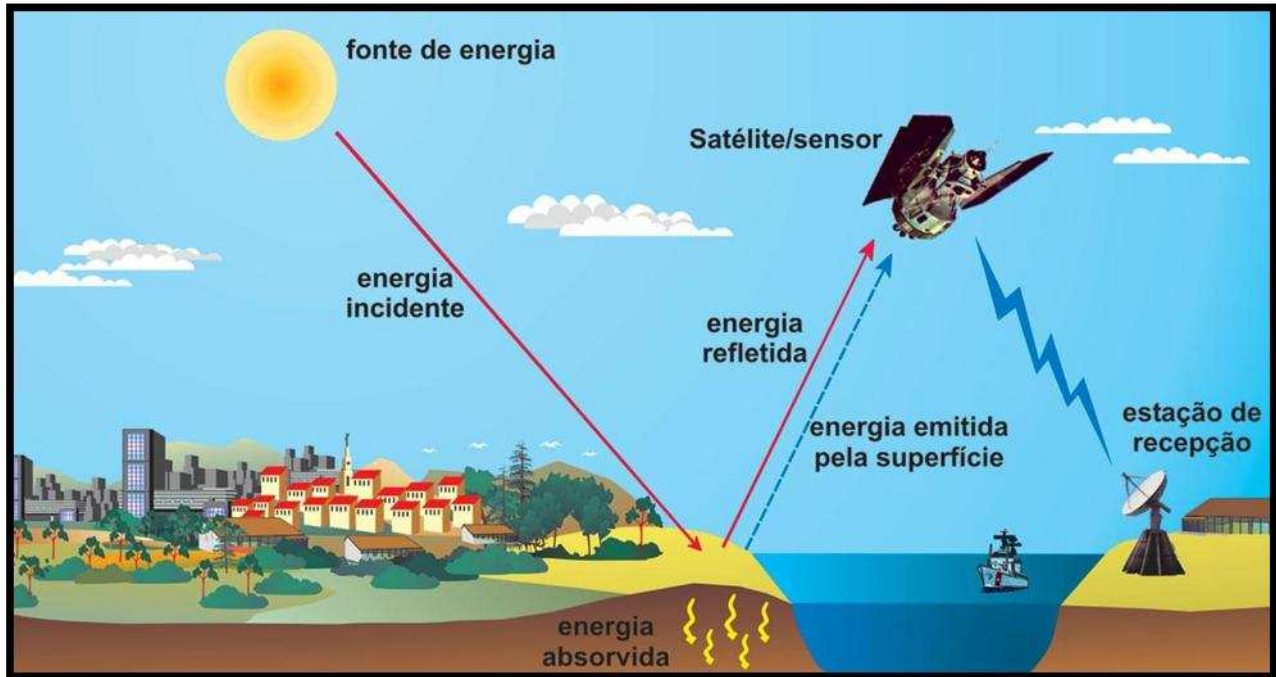



Fig 3 - Sensoriamento Remoto.

b)Sistemas Globais de Navegação por Satélite: Esses sistemas empregam um conjunto de satélites de órbita média (aproximadamente 20.000 Km de altitude), de modo que, pelo menos, quatro satélites sejam visíveis ou apresentem visada direta a partir de qualquer ponto da superfície da Terra, a qualquer momento. A posição do usuário é determinada por intermédio do emprego dos receptores GNNS (Global Navigation Satelite System), que podem ser de navegação, os quais determinam as coordenadas com precisão em torno de 10 metros (Fig 4) ou geodésicos, os quais fornecem as coordenadas com precisão da ordem de milímetros. A Fig 5 apresenta uma equipe empregando um receptor GNSS geodésico.

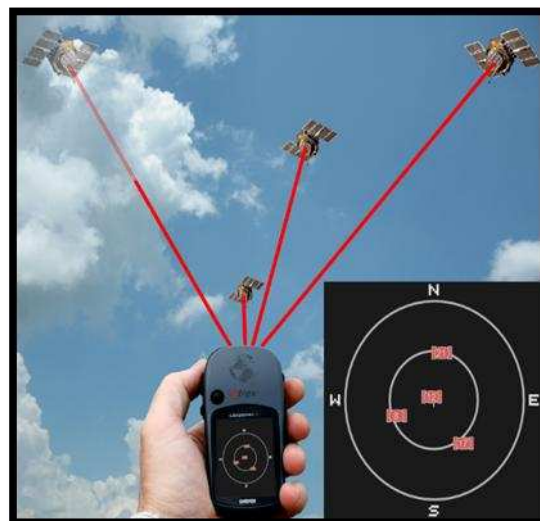



Fig 4 - Receptor GNSS de Navegação.

Fig 5 - Trabalho de campo com receptor GNSS Geodésico.

c)Levantamentos Topográficos: Esses levantamentos empregam Estações Totais Eletrônicas para medição de ângulos e distâncias, proporcionando aos operadores velocidade e exatidão na aquisição de coordenadas planialtimétricas diretamente no terreno. A Fig 6 apresenta a realização do levantamento de pontos de campo numa missão de apoio à tropas de Artilharia.

Fig 6 - Levantamento Topográfico.

1.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO DA GEOINFORMAÇÃO

A Fig 7 apresenta, de forma detalhada, as etapas de produção da Geoinformação, bem como suas aplicações.

Fig 7 - Etapas de Produção da Geoinformação.
(Manual de Campanha de Geoinformação, 2014)

A produção da Geoinformação é um processo demorado e trabalhoso, cujo detalhamento, sumarizado é apresentado nas tabelas a seguir.

Aquisição de Dados		
Dados	**Descrição**	**Tempo de Aquisição**
- Dados de Satélite **- Dados de Aeronave** **- Dados de SARP**	A aquisição destes dados pode ocorrer por intermédio instrumentos de parceria (ex: Convênios com Estados e BECA*) ou por processos licitatórios, sendo este o procedimento mais usual, ou ainda, disponibilização oriunda de órgãos federais ou de fontes abertas.	O processo licitatório em si varia de 3 a 9 meses. A aquisição propriamente dita varia de acordo com a área de interesse e as especificações do projeto.
- Dados de Campo	A aquisição de dados de campo pode ser o levantamento de pontos de alta precisão empregando GPS Geodésico (precisão milimétrica); ou Reambulação que consiste na coleta de informações de dados no terreno como nome de fazendas, rios, vilarejos e outros.	A aquisição de pontos de controle leva 3 dias por Carta por medidor. A reambulação leva 1 semana por Carta por reambulador.
- Dados Geoespaciais Analógicos e Digitais **- Vídeos, imagens e outros dados**	A aquisição destes dados se caracteriza pelo fornecimento de dados geoespaciais vetoriais ou mapas externos, como rodovias junto ao DNIT, hidrografia junto à ANA, nome e endereço de escola junto à prefeituras, entre outros dados julgados necessários.	Esses dados não possuem parâmentos, pois são adquiridos mediante necessidade e disponibilidade de insumos.

Tab 2 - Aquisição de Dados.

*BECA = Acordo Básico de Cooperação e Intercâmbio (Brasil e EUA)

Processamento de Dados		
Dados	**Descrição**	**Tempo de Processamento**
- Digitalização	Processo de digitalizar e georreferenciar os arquivos impressos para posterior uso em meio digital. Este processo é realizado nos Centros de Geoinformação (CGEO), Organizações Militares subordinadas à Diretoria do Serviço Geográfico (DSG).	1 dia por Carta por operador.
- Vetorização	Processo de obtenção manual/automática dos vetores a partir de dados matriciais. Realizado nas seções de Vetorização dos CGEO. Podem ser empregados diferentes	1 mês por Carta por operador.

	arquivos matriciais, como cartas digitalizadas, fotolitos ou imagens de satélite neste processo.	
- Processamento Digital de Imagens e Extração de Feições	Processo de manipulação digital dos dados oriundos de Satélite, Aeronave ou SARP visando a extração das feições geográficas de interesse (Relevo, Hidrografia, Vegetação, etc).	1 Semana. *Esse parâmetro foi estimado baseado no projeto Radiografia da Amazônia, podendo ser diferente para outros projetos.
- Geração de Dados Geoespaciais Básicos e Temáticos	Processo no qual são gerados os produtos geoespaciais básicos, como as cartas topográficas matriciais, os conjuntos de dados geoespaciais vetoriais, bem como produtos temáticos, como mapas de trafegabilidade de blindados e cartas militares.	15 dias por Carta por operador.

Tab 3 - Processamento de Dados

Gerenciamento de Dados		
Dados	**Descrição**	**Tempo para Disponibilização**
- Armazenamento de Dados Geoespaciais em Banco de Dados	Consiste em carregar os dados geoespaciais produzidos em um Banco de Dados Geográficos a fim de disponibilizá-los aos usuários. Este processo se inicia em cada um dos CGEO, contudo, ao final do processo, todos os dados são centralizados no servidor do CITEx em Brasília.	20 cartas por dia por operador.
- Compartilhamento e Disseminação	Consiste em disponibilizar os dados produzidos e armazenados ao público em geral, conforme poderá ser observado no 0 BDGEX	Não é o caso.

Tab 4 - Gerenciamento de Dados

Elaboração de Produtos		
Produto	**Descrição**	**Tempo de Elaboração**
- Visualização 3D	Produtos 3D gerados a partir de Modelos Digitais de Elevação (MDT ou MDS).	Este é um processo altamente complexo e seu tempo de elaboração depende diretamente da área de interesse e dos insumos disponíveis, podendo ser superior a 6 meses.
- Impressão	Carta em papel ou tecido.	50 folhas por dia.
- Produtos Básicos e Temáticos	Outros produtos segundo a necessidade da tropa. Mapas de Acessibilidade.	3 dias por Carta por operador.

Tab 5 - Elaboração de Produtos

Um exemplo prático de produto de geoinformação é a carta topográfica impressa que as Organizações Militares recebem. Para construção desta carta há a necessidade da contratação, por licitação, de empresa prestadora de serviços de imageamento orbital ou aerotransportado, para aquisição das imagens digitais que recobrem todas as cartas ou folhas a serem mapeadas na área de interesse do projeto. Esse processo leva em torno de 6 meses, conforme descrito na Tab 2 - Aquisição de Dados. Concluído o processo licitatório, é realizado o serviço de imageamento, que no caso de vôo fotogramétrico, pode durar em torno de 6 meses para uma área de 30.000 km^2, que equivale aproximadamente a 170 cartas na escala 1:25.000. Após isso, as ortoimagens e os modelos digitais de elevação fornecidos pela empresa contratada são empregados no processo de extração das feições vetoriais, o que dura em torno de 2 semanas. Em seguida é realizada a fase de reambulação, onde cada equipe de campo leva em torno de 2 semanas por carta para concluir o trabalho. Considerando-se a média de 10 equipes de reambualação, seriam necessárias mais 17 semanas, aproximadamente 4 meses para a área de 30.000 km^2. Finalizando o processo são necessários mais 15 dias para geração dos produtos geoespaciais finais (carta topográfica editada e dados geoespaciais vetoriais para SIG). Pode-se imprimir até 50 folhas por dia. Dessa forma, temos, em média 17 meses para confecção das cartas topográficas de uma região de 30.000 km^2, desde o início do projeto até sua impressão/carregamento no BDGEx, conforme pode ser observado na Fig 8.

Fig 8 - Processo de Produção de Cartas Topográficas.

Pelo exposto fica evidente que a geração, armazenamento e disseminação de produtos geoespaciais básicos são responsabilidadeso dos CGEO e englobam a maioria das etapas do processo da produção da geoinformação. Contudo, podemos considerar que a tropa pode participar ativamente da última fase da produção da Geoinformação, ou seja, na elaboração dos mais variados produtos geoespaciais temáticos. Portanto, o conteúdo deste Caderno de Instrução tem por finalidade capacitar os militares de Corpo de Tropa a elaborar diversos tipos de produtos geoespaciais temáticos a partir dos mais variados dados geoespaciais básicos disponibilizados pela DSG e por outros órgãos civis, a fim de auxiliar no planejamento, preparo e emprego da FT.

CAPÍTULO II
CONCEITOS FUNDAMENTAIS

2.1 INTRODUÇÃO

O Geoprocessamento dispõe de valiosas ferramentas para aplicações em praticamente todas as áreas que lidam com recursos geograficamente distribuídos, sempre que a posição tiver importância na atividade, as ferramentas de geoprocessamento podem ajudar.

Por trás dessas ferramentas, encontra-se uma modelagem conceitual apoiada na ciência da Cartografia, que tem um papel de relevância fundamental dentro do geoprocessamento, pois o mapa, que é uma representação cartográfica da superfície terrestre obtido por técnicas cartográficas, é o principal meio de apresentação dos resultados, sendo a forma de visualização mais natural e de interpretação mais intuitiva. As operações especiais necessárias às funções de Geoprocessamento (interseção, união, fusão, etc.) são mais facilmente executadas por intermédio de mapas, além disso, tradicionalmente já existe uma grande quantidade de informações sob a forma de mapas e cartas, tanto no formato digital como analógico (papel).

A razão principal da relação interdisciplinar forte entre Cartografia e Geoprocessamento é o espaço geográfico. Cartografia preocupa-se em apresentar um modelo de representação de dados para os processos que ocorrem no espaço geográfico. Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos Sistemas de Informações Geográfica (SIG), para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico. Isto estabelece de forma clara a relação interdisciplinar entre Cartografia e Geoprocessamento.

As representações cartográficas são efetuadas, na sua maioria, sobre uma superfície plana (plano de representação onde se desenha o mapa). O problema básico consiste em relacionar pontos da superfície terrestre ao plano de representação. Isto compreende as seguintes etapas:

a) Adoção de um modelo matemático da terra simplificado. Em geral, esfera ou elipsóide de revolução;

b) Projetar todos os elementos da superfície terrestre sobre o modelo escolhido. (Atenção: tudo o que se vê num mapa corresponde à superfície terrestre projetada sobre o nível do mar aproximadamente);

c) Relacionar por processo projetivo ou analítico pontos do modelo matemático com o plano de representação escolhendo-se uma escala e sistema de coordenadas.

Pelo exposto acima, para atingir o objetivo principal do presente documento, que é apresentar os conceitos básicos de Cartografia que envolvem a representação da Terra e suas implicações para os Sistemas de Informações Geográfica, serão apresentados a seguir os principais conceitos que envolvem o processo de representação cartográfico.

2.2 FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DA TERRA

Fig 9 – Processo de Representação Cartográfica (Forma da Terra).

A representação do Planeta Terra, bem como a definição de sua forma exata evoluiu muito ao longo dos tempos. No início das grandes navegações a Terra era vista como achatada, na forma de um disco, onde os navios "caiam" ao atingir o horizonte. Ao longo da evolução chegou-se à conclusão de que a terra seria redonda e esférica (Fig 10 a), contudo, após algum tempo notou-se que ela seria achatada nos polos, sendo melhor caracterizada por um elipsoide de revolução, conforme pode ser visto na Fig 10 b. Esse modelo ainda hoje é adotado devido à facilidade de se realizar operações matemáticas nele.

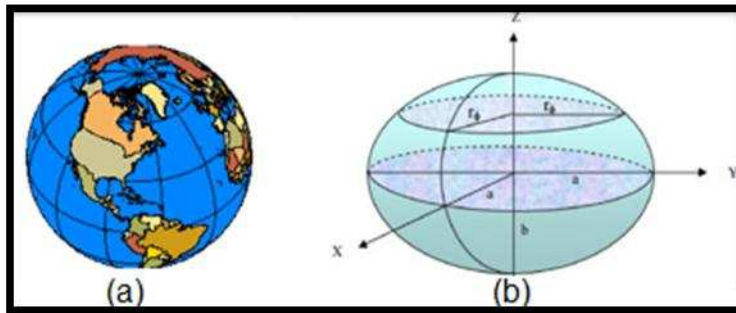



Fig 10 - Modelos Esférico (a) e Elipsoidal (b)

Contudo, no século XIX o matemático, astrônomo e físico alemão Johann Carl Friedrich Gauss introduziu um modelo aperfeiçoado da figura da Terra, que coincide com o nível médio não perturbado dos mares, o qual, anos depois recebeu a denominação de Geóide dada por J.F Listing. Essa superfície, contudo, é de difícil modelagem matemática, o que a inviabiliza a usa utilização para realização de cálculos. Ela é estabelecida, matematicamente, pela superfície equipotencial do campo gravitacional terrestre, que é apresentada na Fig 11.

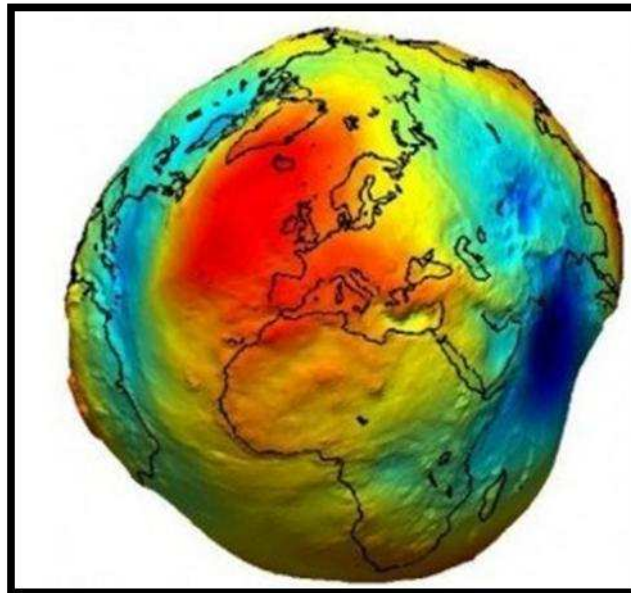



Fig 11 – Superfície Equipotencial do Campo Gravitacional Terrestre. (Lemes, 2011)

Além dos modelos apresentados, temos a superfície terrestre propriamente dita, local onde nos encontramos, conforme pode ser observado na Fig 12. Os cálculos da altitude da superfície terrestre partem do nível médio do mar. Como os receptores

GNSS não estão relacionados ao nível médio do mar (geoide), mas ao elipsóide de referência, faz-se necessário conhecer essas superfícies para que a altitude possa ser obtida corretamente.

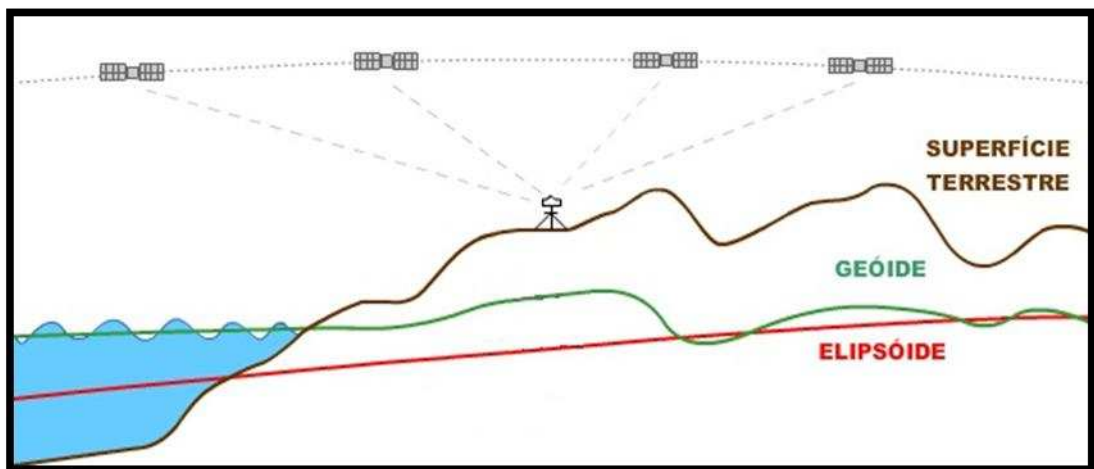



Fig 12 - Superfícies terrestres. Adaptado de IBGE (2017).

O grande objetivo ao se escolher um elipsóide de referência é a aderência dele ao Geóide na área estudada, ou seja, quanto o Geóide e o Elipsóide se sobrepõe.

IMPORTANTE: Os satélites realizam as medições em relação ao Elipsóide. A partir desses dados são calculadas as coordenadas no Geóide para posterior posicionamento na superfície real.

2.3 SISTEMAS GEODÉSICOS DE REFERÊNCIA (SGR)

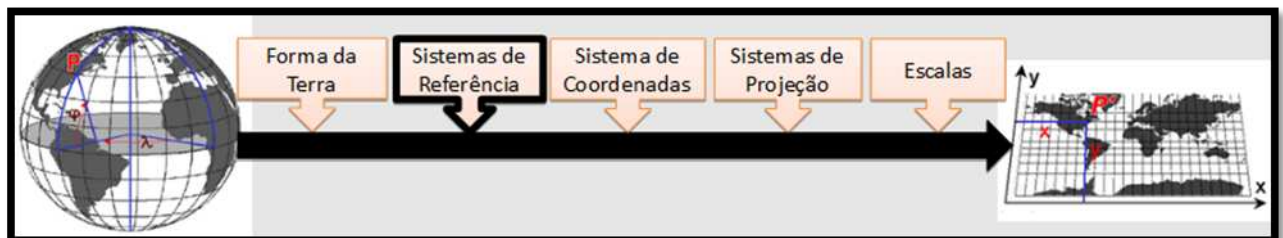



Fig 13 - Processo de Representação Cartográfica (Sistemas de Referência).

Ao escolhermos o formato, o tamanho e a posição do Elipsóide em relação ao Geóide e a uma origem (Datum – Do Latim “Dado”), definimos um Sistema Geodésico de Referência. As posições no Elipsóide são expressas em coordenadas, as quais podem estar em um Sistema Cartesiano Tridimensional (X,Y,Z) ou em um Sistema Angular (Latitude, Longitude). Erroneamente, muitas vezes vemos o Datum sendo descrito como se fosse o próprio Sistema Geodésico de Referência, o que deve ser evitado.

Os sistemas podem ser classificados quanto ao posicionamento do Elipsóide em relação à superfície terrestre (topocêntricos) ou ao centro da Terra (geocêntricos).

2.3.1 SISTEMAS TOPOCÊNTRICOS

São aqueles nos quais a origem do sistema está na superfície da Terra, esse sistema faz com que a superfície geométrica seja mais aderente a pequenas porções da superfície terrestre. Esse tipo de sistema se limita a resolver problemas locais, possuindo maior acurácia do que os sistemas geocêntricos para porções da superfície com as quais se relaciona. São exemplos o SAD-69 (Sistema Geodésico Sulamericano) e o Córrego Alegre – 49, SGR estabelecido para o Brasil no ano de 1949. Para definir esse tipo de sistema geodésico, além do elipsóide de revolução, deve-se adotar dois pontos para caracterizar a origem das coordenadas horizontais e verticais do sistema, denominados de Datum Horizontal ou Planimétrico e Datum Vertical ou Altimétrico, respectivamente.

2.3.1.1 Datum Horizontal ou Planimétrico

Começa-se com um certo elipsóide de referência, que é escolhido a partir de critérios geodésicos de adequação ou conformidade à região da superfície terrestre a ser mapeada. O próximo passo consiste em posicionar o elipsóide em relação à Terra real. Para isto impõe-se inicialmente a restrição de preservação do paralelismo entre o eixo de rotação da Terra real e o do elipsóide.

Com esta restrição escolhe-se um ponto central (ou origem) no país ou região, após anos de observações e cálculos, podendo ser impostas algumas condições específicas.

Para aplicações de geoprocessamento é importante que os dados geográficos estejam referenciados a um único datum, para evitar incompatibilidades. Na prática, devido à incertezas na determinação do centro da Terra real, trabalha-se com translações relativas entre diferentes datuns planimétricos, que são adotados por diferentes países.

2.3.1.2 Datum Vertical ou Altimétrico

Outro conceito importante é o de datum vertical ou altimétrico. Trata-se da superfície de referência usada pelo geodesista para definir as altitudes de pontos da superfície terrestre.

As altitudes são referidas ao nível médio das águas sem perturbações dos mares, ou seja, a superfície do geóide. Porém, como ocorre com o datum horizontal, cada país mede e adota o seu próprio nível do mar, que sofre a influência de vários fatores tais como: ventos, atração do Sol e da Lua, densidade das massas continentais e dos fundos dos oceanos, correntes marítimas, etc. Para obter um valor preciso é necessário tomar medidas das variações das marés durante um período de aproximadamente 19 anos.

Na prática a determinação do datum vertical envolve um marégrafo ou uma rede de marégrafos para a medição do nível médio dos mares. Faz-se então um ajustamento das medições realizadas para definição da referência “zero” e adota-se um dos marégrafos como ponto de referência do datum vertical. No Brasil o ponto de referência para o datum vertical é o marégrafo de Imbituba, em Santa Catarina.

É fundamental que os dados altimétricos de um mesmo projeto estejam referenciados ao mesmo Datum para evitar incompatibilidades.

2.3.2 SISTEMAS GEOCÊNTRICOS

O centro do Elipsóide coincide com o centro de massa da Terra, desse modo o sistema é capaz de ter abrangência em todo o planeta e ser usado em sistemas globais de navegação, tais como o GPS, GLONASS e Galileo. Esses sistemas contudo, apresentam maiores erros em regiões com grande afastamento entre o elipsóide e o geóide. Como principais exemplos temos o SIRGAS 2000, que é utilizado nas Américas do Norte, do Sul e Central, sendo desde 25 de fevereiro, o sistema geodésico oficial adotado pelo Brasil e o WGS-84 (Sistema geodésico mundial), adotado como padrão pelo sistema GPS.

A Fig 14 a seguir apresenta uma comparação entre um Sistema Geodésico, no caso o SIRGAS 2000 e um Sistema Topocêntrico, o SAD-69.

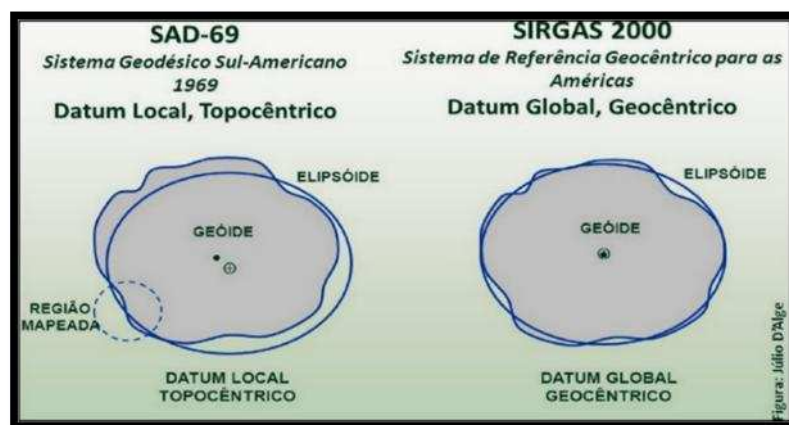



Fig 14 - Sistemas Geodésicos de Referência. (Neves, 2016)

IMPORTANTE: O usuário deve conhecer o SGR que estará empregando em seu projeto. É de suma importância verificar o SGR dos arquivos a empregar no projeto antes de começar a usá-los.

2.3.3 UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS GEODÉSICOS EM SIG NO BRASIL

Um dos problemas típicos na criação da base de dados de um SIG no Brasil tem sido a coexistência de dois sistemas geodésicos de referência: Córrego Alegre e SAD-69. Além desses dois sistemas, pode-se utilizar ainda, coordenadas geográficas obtidas por GPS, que é baseado no sistema geocêntrico WGS-84.

Algumas cartas topográficas referem-se à Córrego Alegre, que foi o primeiro sistema de referência planimétrico brasileiro, enquanto outras utilizam como referência o SAD-69, que é o antigo datum planimétrico, enquanto o SIRGAS 2000 é o atual sistema de referência. Os usuários de SIG já estão relativamente acostumados a conviver com escolhas de projeção e seleções de sistema de referência sempre que precisam realizar entrada ou importação de dados, mas costumam ignorar que as coordenadas geográficas - na verdade, geodésicas - são definidas sobre a superfície de referência do *Datum* selecionado e que, portanto, variam de sistema de referência para sistema de referência.

Deve-se atentar para a magnitude das variações envolvidas. As diferenças entre Córrego Alegre e SAD-69, por exemplo, traduzem-se em discrepâncias de algumas dezenas de metros sobre a superfície do território brasileiro. Essas discrepâncias são negligenciáveis para projetos que envolvam mapeamentos em escala pequena, mas são absolutamente preponderantes para escalas maiores que 1:250.000 (D'Alge,

1999). É o caso, por exemplo, do monitoramento do desflorestamento na Amazônia brasileira, que usa uma base de dados formada a partir de algumas cartas topográficas na escala 1:250.000 vinculadas ao sistema de referência Córrego Alegre e outras vinculadas ao SAD-69.

O antigo sistema de referência Córrego Alegre usa o elipsóide de Hayford, cujas dimensões sempre foram consideradas convenientes para a América do Sul. Atualmente, no entanto, o sistema de referência SAD-69 utiliza o elipsóide da União Astronômica Internacional (IAU), homologado em 1967 pela Associação Internacional de Geodésia, quando passou a se chamar Elipsóide de Referência 1967. Na Tab 6 são apresentados os parâmetros dos três elipsóides empregados como figuras de referência para os sistemas Córrego Alegre, SAD-69, WGS-84 e SIRGAS 2000:

<table>
<tr><th rowspan="2">Sistema Geodésico</th><th rowspan="2">Datum Horizontal</th><th rowspan="2">Datum Vertical</th><th colspan="2">Elipsóide</th></tr>
<tr><th>Nome</th><th>Parâmetros</th></tr>
<tr><td>SAD-69</td><td>Astro Chuá</td><td rowspan="2">Imbituba</td><td>GRS-67</td><td>a = 6.378.160,00
b = 6.356.774,72</td></tr>
<tr><td>CÓRRREGO ALEGRE</td><td>Córrego Alegre</td><td>Hayford</td><td>a = 6.378.388,00
b = 6.356.911,95</td></tr>
<tr><td>WGS-84</td><td colspan="2">Geocêntrico</td><td>WGS-84</td><td>a = 6.378.137,00
b = 6.356.752,3142</td></tr>
<tr><td>SIRGAS 2000</td><td colspan="2">Geocêntrico</td><td>GRS-80</td><td>a = 6.378.137,00
b = 6.356.752,31414</td></tr>
</table>

Tab 6 - Sistemas geodésicos utilizados no brasil

Pelo exposto acima, é fundamental observar a origem dos dados geográficos que está se trabalhando, para evitar incompatibilidades ao se utilizar um SIG. Apesar dos diferentes *Data* que se pode trabalhar, a tarefa de conversão de um *Datum* para outro é baseado em equações simples, que qualquer software de geoprocessamento está habilitado a realizar, por intermédio do conhecimento dos parâmetros de transformação. A diferença entre o WGS-84 e o SIRGAS 2000 é uma variação no parâmetro de achatamento terrestre (fWGS84=1/298.257223563 e fSIRGAS=1/298.257222101).

A utilização equivocada de sistemas de referência pode causar deslocamento de vetores, quando se trabalha com softwares, ou desalinhamento de linhas físicas, quando as mesmas são materializadas, conforme pode-se observar nas imagens a seguir.

Fig 15 - Deslocamento de Vetor.

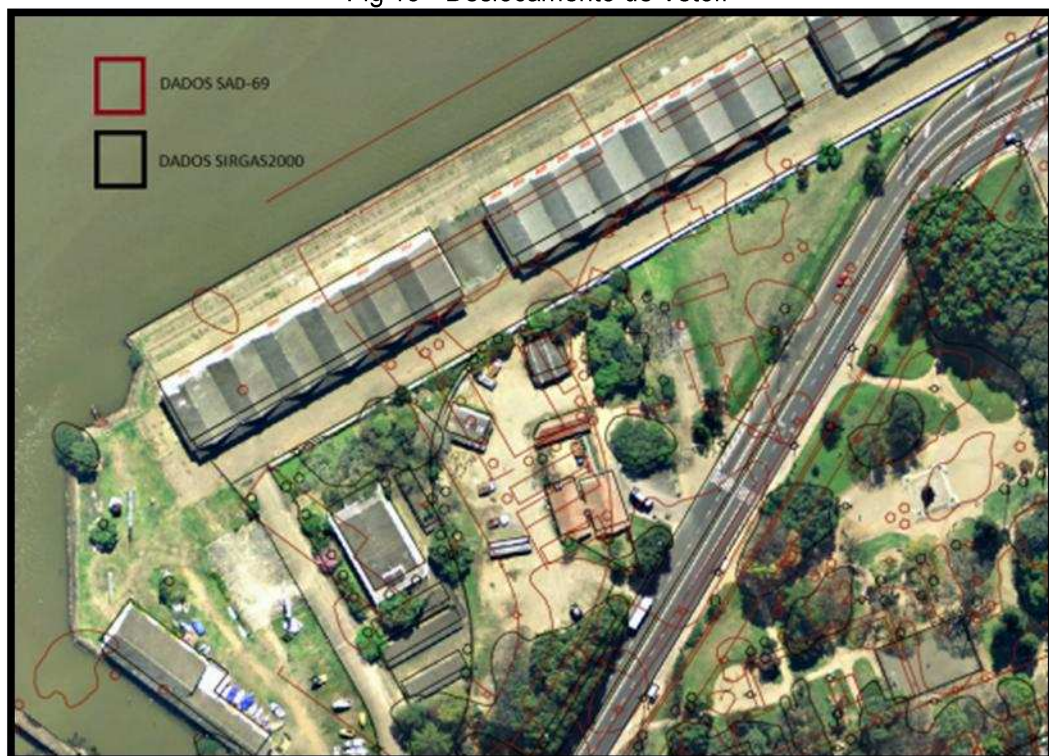



Fig 16 - Deslocamento de diferentes vetores.

Fig 17 - Consequência de erros de Sistemas Geodésicos. (Sapienza, 2009)

2.4 SISTEMAS DE COORDENADAS

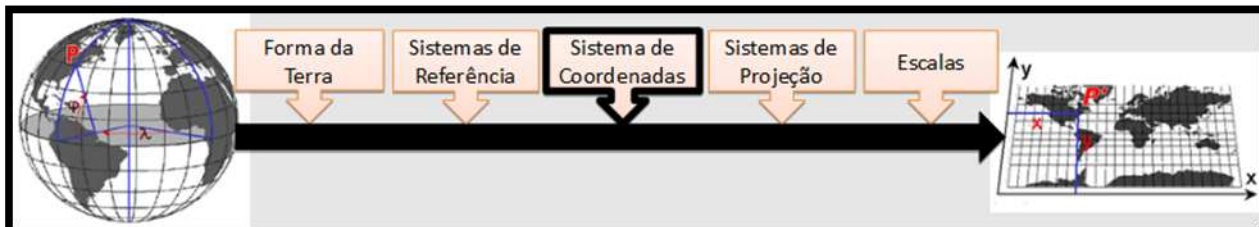



Fig 18 - Processo de Representação Cartográfica (Sistemas de Coordenadas).

A principal característica que os dados inseridos em um Sistema de Informações Geográficas devem apresentar é a possibilidade da localização geográfica da informação disponível. Para tal, os dados devem possuir um atributo específico que é a referência a um sistema de coordenadas (geográficas, planas, etc.).

Desta forma, é fundamental o conhecimento dos sistemas de coordenadas que são freqüentemente utilizados em Geoprocessamento, onde se destacam os seguintes sistemas:

- Coordenadas Geográficas;
- Coordenadas Geodésicas;
- Geocêntrico Terrestre;
- Coordenadas Polares;
- Coordenadas Planas;
- Coordenadas de Imagem.

A importância de se conhecer esses sistemas e a interligação entre eles reside no fato que, muitas das operações realizadas pelo usuário de SIG são baseadas em algumas transformações entre diferentes sistemas de coordenadas que garantem a relação entre um ponto na tela do computador e as coordenadas geográficas.

2.4.1 SISTEMA DE COORDENADAS GEODÉSICAS E GEOGRÁFICAS

É o sistema de coordenadas curvilíneo mais antigo e de grande eficiência para a localização inequívoca da posição de objetos, fenômenos e acidentes geográficos na superfície terrestre. Nesse sistema, a Terra é representada pelo elipsóide de revolução e dividida em:

-Paralelos: são círculos paralelos ao Equador, cujo plano é perpendicular ao eixo de rotação da Terra, e que vão diminuindo de tamanho até que se reduzam a pontos nos pólos Norte e Sul. O Equador é o paralelo que divide a Terra em dois hemisférios (Norte e Sul) e é considerado como o paralelo de origem (0°);

-Meridianos: são elipses que passam pelos pólos terrestres, cujo plano é perpendicular aos paralelos. O Meridiano de origem ou inicial é aquele que passa pelo antigo observatório britânico de Greenwich (Inglaterra), escolhido convencionalmente como a origem (0°).

A localização geodésica de um determinado ponto da superfície terrestre, em relação ao elipsóide, é caracterizada por um único conjunto de coordenadas definidas por:

-Latitude Geodésica (φ): ângulo entre a normal ao elipsóide no ponto considerado e sua projeção no plano equatorial. É medido no plano do meridiano que contém o ponto considerado, sendo positivo a Norte (0° a +90°) e negativo ao Sul (0° a -90°);

-Longitude Geodésica (λ): ângulo diedro entre os planos do meridiano de Greenwich e do meridiano que passa pelo ponto considerado, sendo positivo a leste de Greenwich (0° a +180°) e negativo a oeste (0° a -180°). As longitudes são a base para a contagem dos fusos horários;

-Altitude geométrica ou elipsoidal (h): distância vertical medida sobre a normal, que se estende do ponto considerado até o seu homólogo sobre o elipsóide de referência.

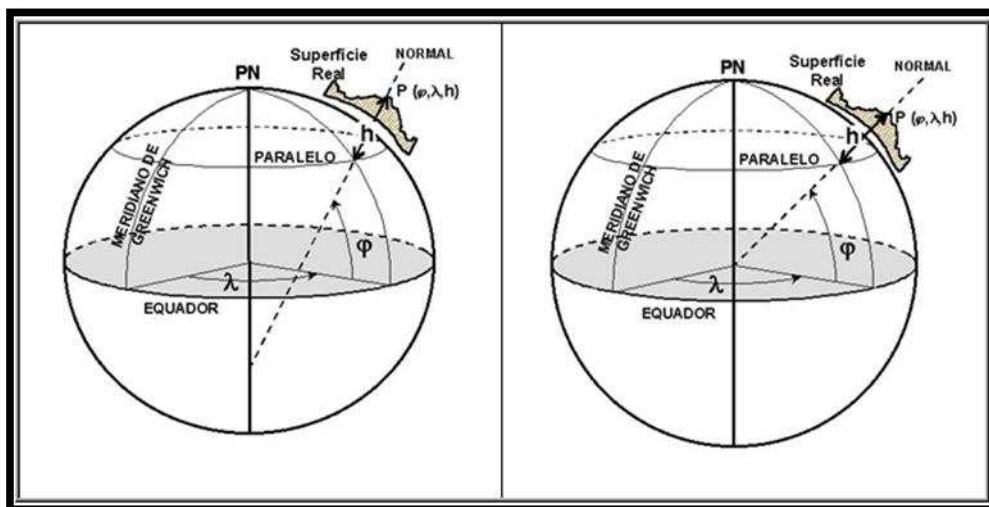



Fig 19 - Sistemas de Coordenadas Geodésicas e Geográficas.

IMPORTANTE: Conforme apresentado na Fig 19, quando o modelo matemático associado a Terra for uma esfera, o termo *geodésica* é substituído por *geográfica* (latitude geográfica e longitude geográfica)

2.4.2 SISTEMA GEOCÊNTRICO TERRESTRE

O Sistema Geocêntrico Terrestre ou Sistema Cartesiano Geodésico é um sistema cartesiano tridimensional com origem no centro de massas da Terra, caracterizado por um conjunto de três retas (X, Y, Z), denominados de eixos coordenados, mutuamente perpendiculares, de modo que:

-Eixo X: coincide com a interseção do Meridiano de Greenwich sobre o plano do Equador;

-Eixo Y: é a direção ortogonal ao eixo X, situado no plano do Equador, no sentido anti-horário;

-Eixo Z: coincide com o eixo de rotação da Terra.

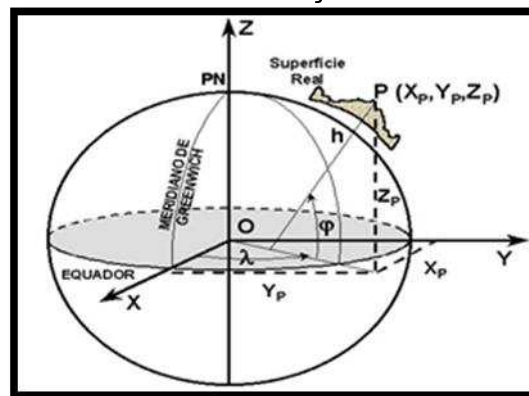



Fig 20 - Sistema Geocêntrico Terrêstre.

A grande utilização do sistema em questão se refere ao posicionamento por satélite GPS, por intermédio de geometria tridimensional, apoiada no sistema geodésico WGS-84.

2.4.3 SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS CARTESIANAS

O sistema de coordenadas planas cartesianas (Figs 20 a, b e c), baseia-se na escolha de dois eixos perpendiculares cuja interseção é denominada origem, que é estabelecida como base para a localização de qualquer ponto do plano. Nesse sistema de coordenadas um ponto é representado por dois números reais: um correspondente à projeção sobre o eixo X (horizontal) e outro à projeção sobre o eixo Y (vertical).

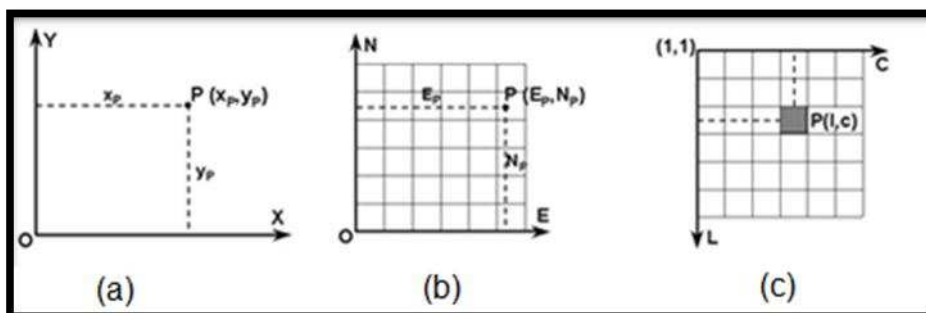



Fig 21 - Sistema de Coordenadas Planas

O Sistema de Coordenadas Planas Cartesiana é associado às projeções cartográficas para representação da superfície terrestre num plano. Para tal, a origem dos eixos coordenados é estabelecida em certos paralelos e meridianos terrestres e as coordenadas do sistema são medidas em metros, e não em graus. Neste sistema, a direção dos eixos X e Y são representadas pela direção Leste e Norte, respectivamente.

Cabe ressaltar que a formulação matemática que associa as coordenadas planas com as coordenadas geodésicas será função do sistema de projeção empregado.

2.4.4 SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS POLARES

Apesar de não aparecer de forma explícita para o usuário de SIG, o sistema de coordenadas polares (Fig 22) merece menção por causa de sua utilização no desenvolvimento das projeções cônicas. Trata-se de um sistema simples, de relação direta com o sistema de coordenadas cartesianas, que substitui o uso de um par de coordenadas (x,y) por uma direção e uma distância para posicionar cada ponto no plano de coordenadas. Por isso ele é tão conveniente para o estudo das projeções que se desenvolvem sobre cones (Fig 23 e Fig 24).

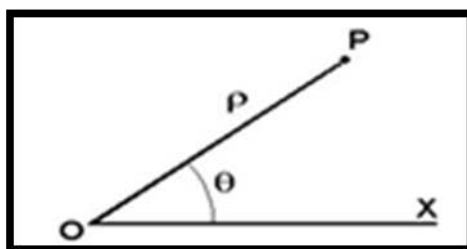



Fig 22 - Coordenadas Planas Polares.

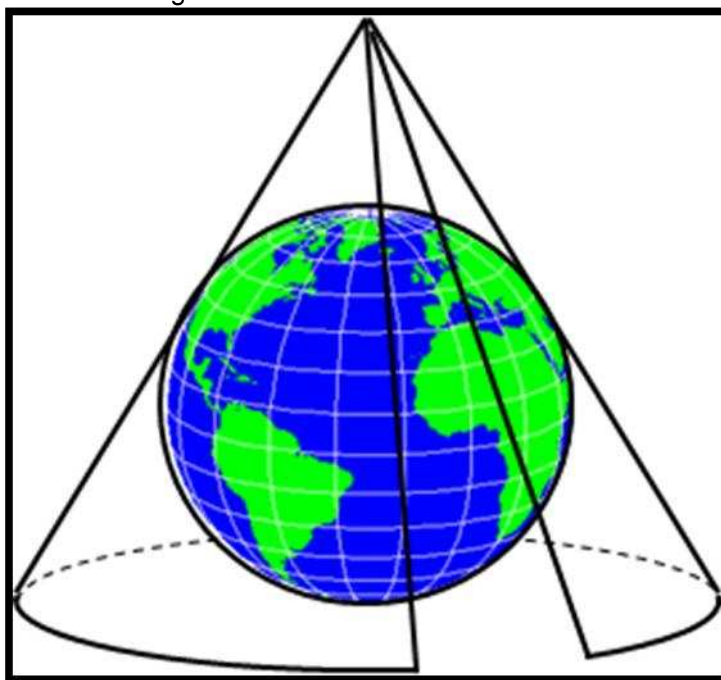



Fig 23 - Sistema de Projeção Cônica.

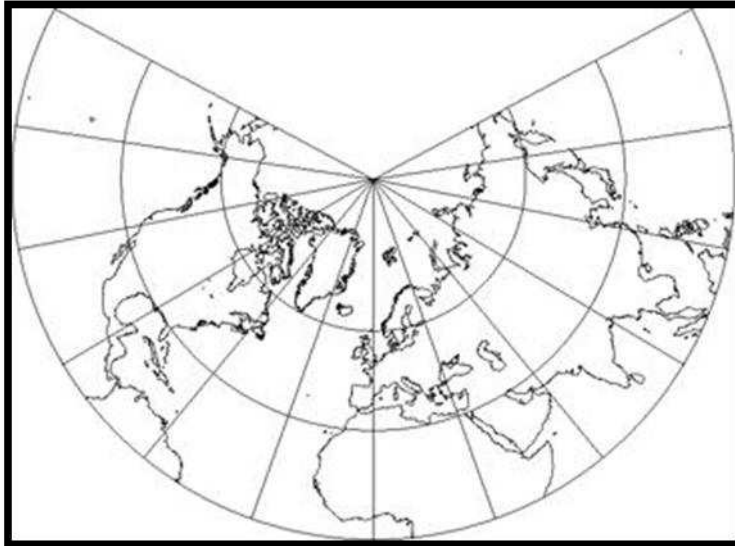



Fig 24 - Mapa da Projeção Cônica

2.4.5 SISTEMA DE COORDENADAS DE IMAGEM (MATRICIAIS)

A integração de Geoprocessamento com Sensoriamento Remoto depende do processo de inserção de imagens de satélite ou aéreas na base de dados do SIG. O georreferenciamento de imagens pressupõe uma relação estabelecida entre o sistema de coordenadas de imagem e o sistema de referência da base de dados.

O sistema de coordenadas de imagem possui origem no canto superior esquerdo da imagem e eixos orientados nas direções das colunas e das linhas da imagem. Os valores de colunas e linhas são sempre números inteiros que variam de acordo com a resolução espacial da imagem. A relação com um sistema de coordenadas planas é direta e faz-se por intermédio da multiplicação do número de linhas e colunas pela resolução espacial.

2.5 PROJEÇÕES CARTOGRÁFICAS

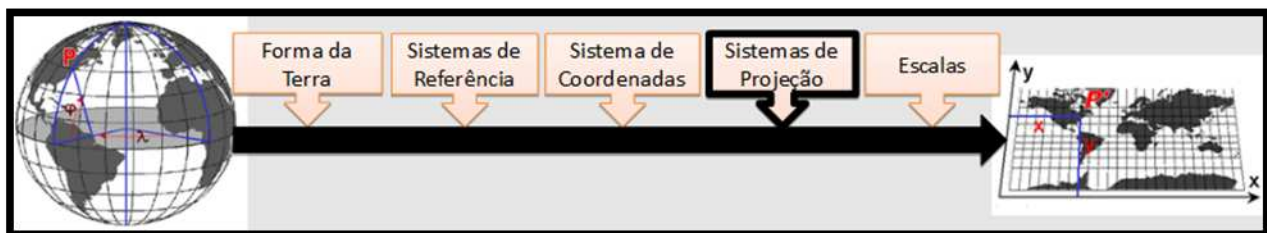



Fig 25 - Processo de Representação Cartográfica (Sistemas de Projeção).

Todos os mapas são representações aproximadas da superfície terrestre. Isto ocorre porque não se pode passar de uma superfície curva para uma superfície plana sem que haja deformações. Por isso os mapas preservam certas características ao mesmo tempo em que alteram outras.

Podemos dizer que não existe nenhuma solução perfeita ou ideal para o problema, e isto pode ser rapidamente compreendido se tentarmos fazer coincidir a casca de uma laranja com a superfície plana de uma mesa. Para alcançar um contato total entre as duas superfícies, a casca de laranja teria que ser distorcida. Embora esta seja uma simplificação grosseira do problema das projeções cartográficas, ela

expressa claramente a impossibilidade de uma solução perfeita (projeção livre de deformações).

Qualquer sistema representará a superfície terrestre com deformações, que são tanto maiores quanto mais extensa for a região a representar. Tais deformações afetam os ângulos, áreas e os comprimentos. Há sistemas que conseguem evitar algumas dessas deformações, mas não todas.

As projeções cartográficas são as formas de representar a terra, uma superfície curva, em uma superfície plana, ou seja, uma relação matemática que conecta o mundo real (Terra) ao mundo representado (carta). As projeções são escolhidas de acordo com a finalidade e aplicação da carta, sendo os principais tipos de projeções a Cilíndrica, a Cônica e a Azimutal, entretanto a mais empregada é a Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM).

A projeção UTM é utilizada internacionalmente para mapeamento do mundo, tem como principais características:

- a conservação dos ângulos, e com isso, a minimização de todas as deformações a níveis toleráveis;
- possui o eixo do cilindro no plano do Equador;
- tem sobreposição de fusos nos pólos;
- é representada em um sistema ortogonal;
- é adotada pelo Sistema Cartográfico Brasileiro;
- emprega a projeção cilíndrica com fusos de 6°, gerados a partir de 60 cilindros secantes à superfície terrestre, conforme pode ser observado na Fig 26.

A contagem dos fusos da projeção UTM se inicia no anti-meridiano ao Meridiano de Greenwich, portanto no meridiano de longitude 180°.

A Fig 27 exibe a divisão dos fusos UTM, onde cada fuso corresponde à 6° de longitude, sendo o fuso 1 limitado por 180° W e 174° W, o fuso 30 por 6° W e 0° W, o fuso 31 por 0°E e 6° E e o fuso 60 por 174° E e 180°E. A Fig 27 exibe o esquema geral da projeção UTM.

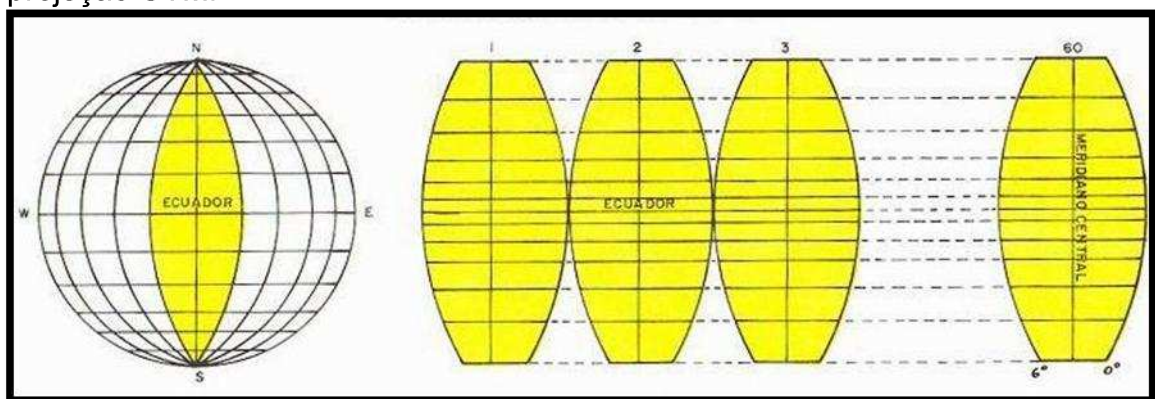



Fig 26 - Fusos horários.

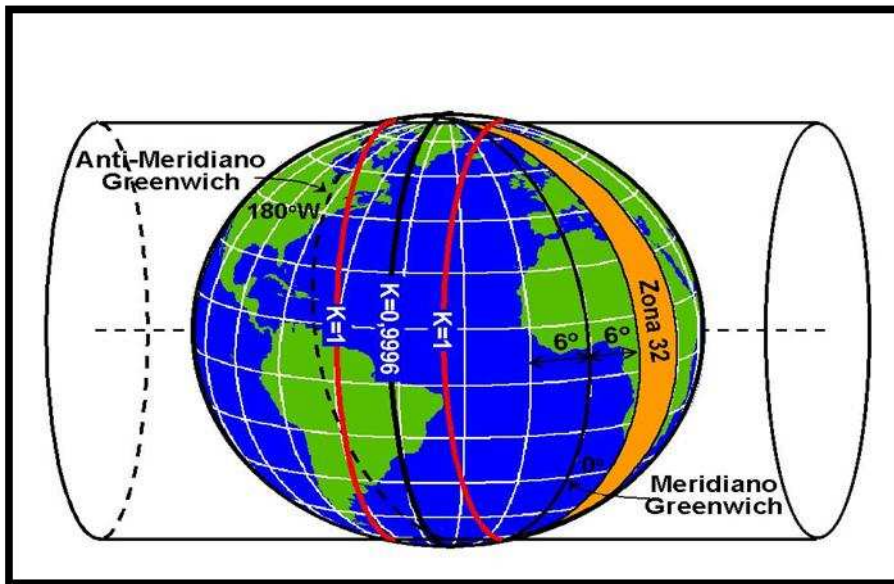



Fig 27 – Projeção Universal Transversa de Mercator (Cilindro Transverso e secante).

A partir do sistema UTM pode ser empregado o sistema de coordenadas planas, que é um sistema cartesiano bidimensional (x,y), baseado na escolha de dois eixos perpendiculares (horizontal e vertical), cuja origem, que é a interseção dos eixos, é estabelecida como base para determinação de todos os outros pontos. A direita do meridiano central, as coordenadas E (longitude, X) são somadas a 500.000 e a esquerda, as coordenadas são subtraídas de 500.000. No hemisfério sul, as coordenadas N (latitude, Y) são subtraídas de 10.000.000 e no hemisfério norte são somadas a 0, tudo isso com a finalidade de se evitar valores negativos.

Os fusos são numerados sequencialmente no sentido anti-horário a partir do meridiano de Greenwich. É empregado para representar pequenas porções da superfície terrestre, sendo contra-indicado para mapas e cartas de pequena escala, devido ao seu grande potencial de distorções. No Brasil, os mapas construídos em escalas 1:250.000 e maiores se encontram na projeção UTM. No mapeamento municipal são utilizadas variações dessa projeção, onde são usados fusos menores, de 2 ou 3 graus de amplitude.

A Fig 28 exemplifica o sistema de coordenadas planas a partir do cruzamento entre o meridiano de Greenwich com o Equador.

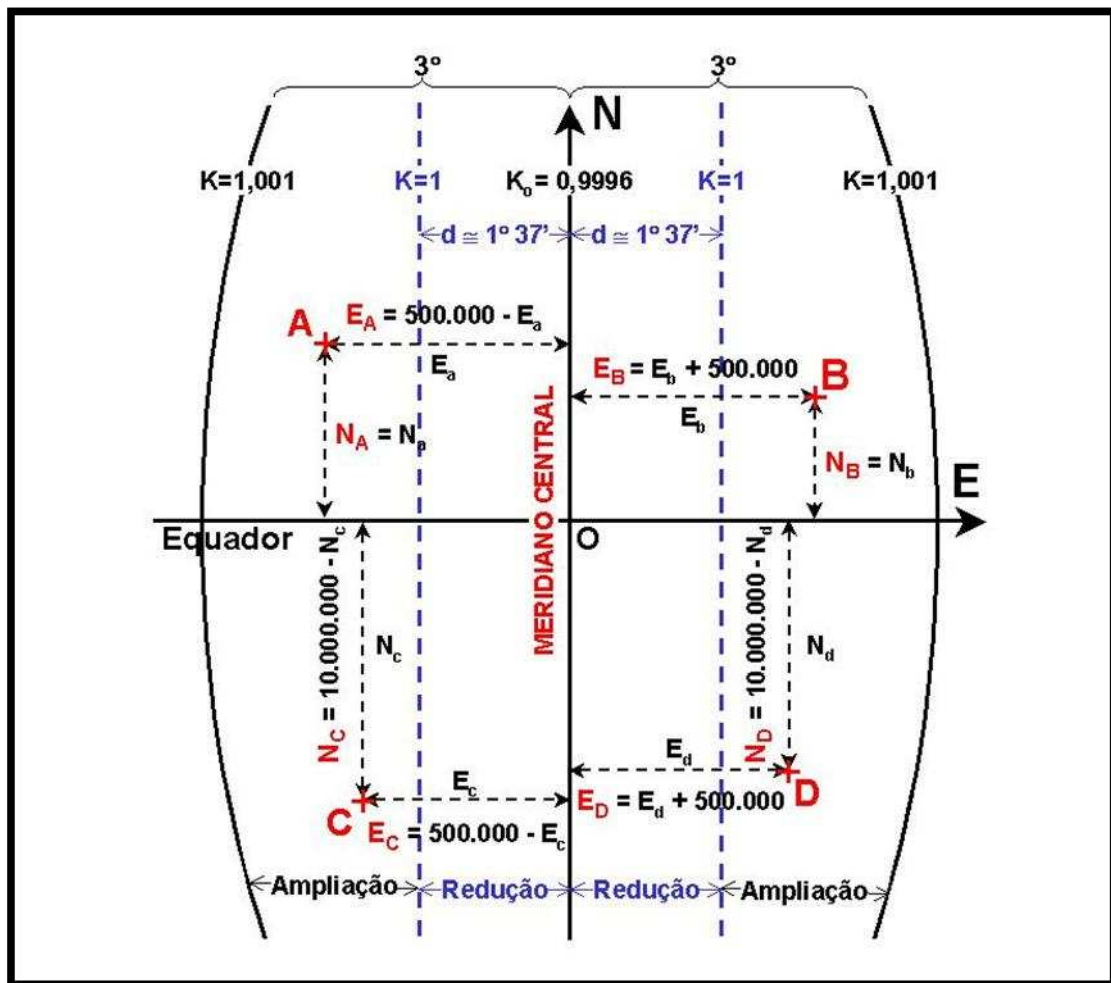



Fig 28 - Sistema de Coordenadas Planas UTM.

Apesar de ser utilizada mundialmente, a projeção UTM tem seus problemas, sendo o maior deles o fato dela dividir o globo em fusos de 6° de longitude, ou seja, se necessitarmos mapear uma região que se distribua no sentido leste-oeste e extensão ultrapasse 6° a projeção UTM não pode ser mais empregada. Ela apresenta, ainda, problemas nas altas latitudes (acima de 80° N ou 84°S), onde deve ser adotado uma projeção azimutal ou plana. Ela também apresenta problemas em bordas de fusos, principalmente onde existem cidades que são abrangidas por dois fusos. Torna-se necessário a extensão de um dos fusos ou a criação de um novo fuso (pseudofuso) que consiga cobrir essas duas áreas. A Fig 29 apresentas os fusos enquadrantes do Brasil.

IMPORTANTE: O usuário deve saber a projeção que está sendo empregada em seu projeto. Devem sempre verificar se todas as camadas ou planos de informação do projeto se encontram com mesmo SGR e mesmo tipo de projeção. Para medições de distância e áreas deve-se empregar a projeção UTM.

Fig 29 - Fusos do Brasil.

2.6 ESCALAS DE REPRESENTAÇÃO

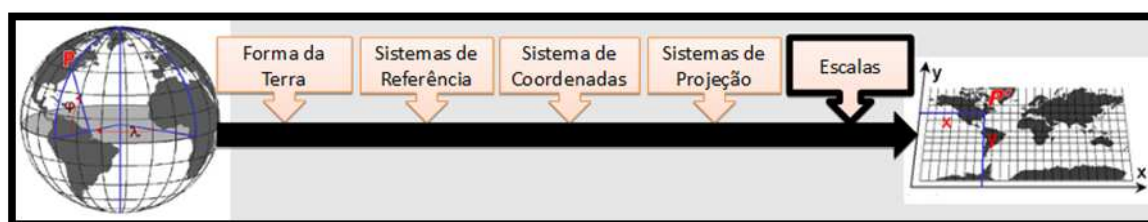



Fig 30 - Processo de Representação Cartográfica (Escalas).

As escalas são uma relação numérica entre a carta e a realidade que ela representa. As escalas podem ser representadas de diversas formas, pondendo ser numéricas e/ou gráficas. A seguir serão apresentados os principais conceitos relativos à escalas.

Escala Numérica – é representada por uma fração na qual o numerador representa uma distância no mapa e o denominador a distância correspondente no terreno. Por exemplo, numa escala 1/100.000, a medida no terreno é 100.000 vezes

maior que na carta. Outras formas de se apresentar a escala numérica são: 1:100.000, 1/100k ou 1=100k.

Escala gráfica - é a que representa as distâncias no terreno sobre uma linha graduada. Normalmente, uma das porções da escala está dividida em décimos, para que se possa medir as distâncias com maior precisão. É mais indicada para se visualizar a escala e para medir distâncias. Pode-se tomar qualquer comprimento no mapa e fazer a conversão usando a escala gráfica para obter os valores em quilômetros, metros, etc, conforme a Fig 31. Necessitando-se medir ao longo de uma estrada curva, usa-se um compasso, o curvímetro, ou simplesmente um barbante.

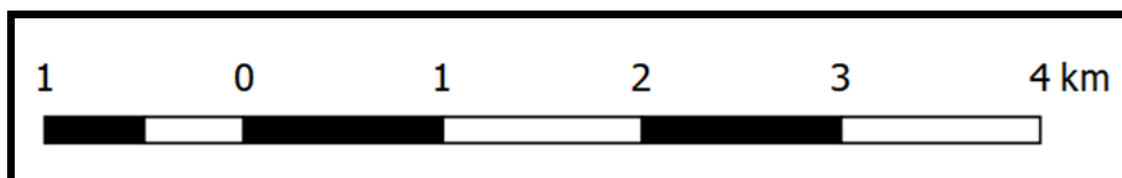



Fig 31 - Escala Gráfica.

As escalas numéricas podem ser classificadas em Escala Pequena, Escala Média e Escala Grande, onde o que se determina é o nível de detalhamento, onde quanto maior a escala, maior o número de detalhes representados. Dessa forma temos o seguinte:

Grande Escala - possui grande detalhamento dos dados a serem representados, sendo empregada principalmente em Plantas Cadastrais;

Média Escala – possui razoável detalhamento, sendo empregada em cartas topográficas;

Pequena Escala – Possui pouco detalhamento, tendo a realidade sido muito reduzida. É comumente empregada em Cartas Topográficas e Mapas em geral.

A Tab 7 apresenta um comparativo entre as escalas:

Quanto ao Tamanho	Quanto a representação	Escala	Aplicações
Escala Grande	Escala de Detalhe	Até 1:25.000	Plantas Cadastrais
Escala Média	Escala de Semi Detalhe	De 1:25.000 até 1:250.000	Cartas Topográficas
Escala Pequena	Escala de Reconhecimento ou de síntese	A partir de 1:250.000	Cartas Topográficas e Cartas Gerais

Tab 7 - Escalas Grande, média e pequena.

A Fig 32 apresenta um comparativo entre diversas escalas representando uma mesma região.

IMPORTANTE: A escala de representação define o nível de detalhes desejado de um projeto. Em programas de SIG a escala é atualizada automaticamente e deve ser observada principalmente para impressão dos projetos.

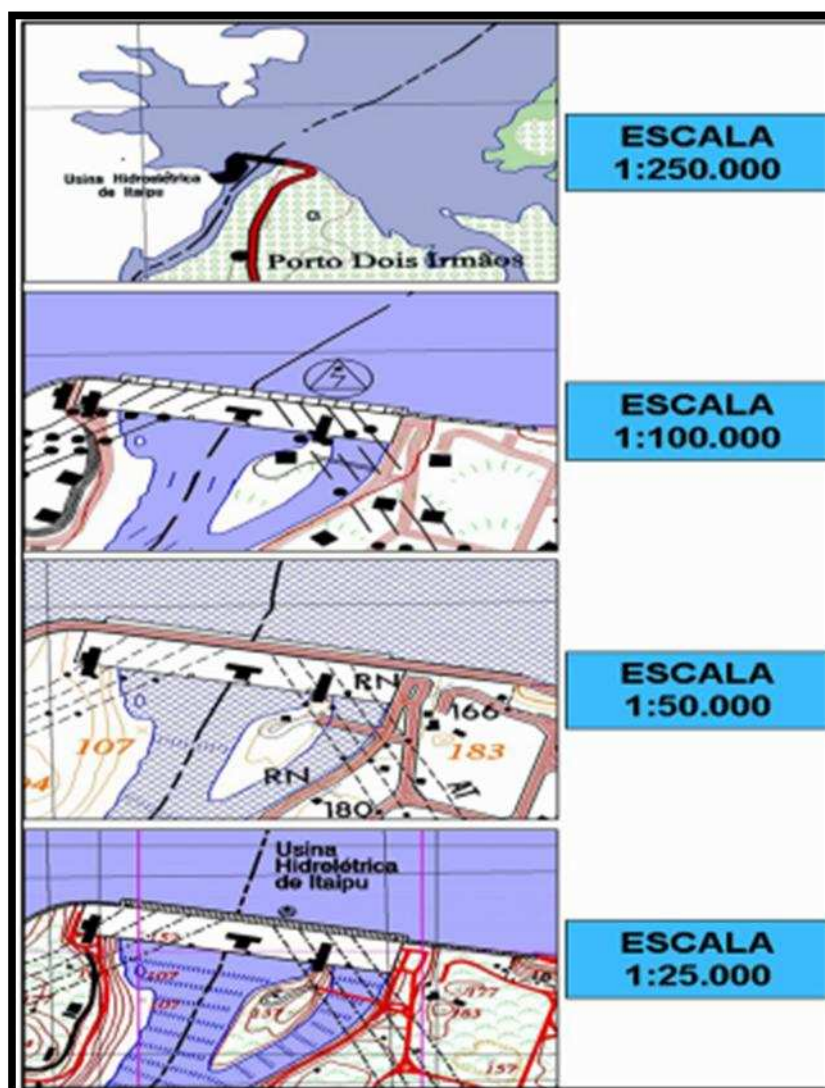



Fig 32 - Carta Topográfica em Diferentes Escalas. (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014).

2.7 DEFINIÇÃO DE CARTAS E MAPAS

Genericamente, mapas e cartas são representações gráficas de uma área suficientemente extensa, onde a curvatura da Terra não pode ser desprezada, de modo que algum sistema de projeção tenha de ser adotado para que se possa determinar com precisão a forma e dimensões dos elementos representados.

Não há uma distinção precisa entre essas duas palavras, havendo mais de uma proposta para definí-las.

2.7.1 Noções de Mapas, Cartas e Plantas.

É uma representação de toda a superfície terrestre, recomendada pela UGGI (União Geodésica Geofísica Internacional), na projeção cônica conforme de LAMBERT (com 2 paralelos padrão), na escala de 1:1.000.000.

Será considerado neste documento a definição adotada pelos principais órgãos de mapeamento oficiais existentes no Brasil, que são a Fundação IBGE (Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística) e a DSG (Diretoria Do Serviço Geográfico), conforme descrito na Tab 8.

Tab 8 - Diferenças entre Mapa, Carta e Planta.

MAPA
É a representação no plano, normalmente em escala pequena (< 1:1.000.000), dos aspectos geográficos, naturais (bacias, planaltos, chapadas, etc.), culturais e artificiais de uma região da superfície terrestre, delimitada por elementos físicos, político-administrativos, destinada aos mais variados usos, temáticos, culturais e ilustrativos
CARTA
É a representação no plano, em escala média ou grande (≥ 250.000 e ≤ 25.000), dos aspectos artificiais e naturais de uma região da superfície terrestre, subdividida em folhas delimitadas por linhas convencionais - paralelos e meridianos - com a finalidade de possibilitar a avaliação de pormenores, com grau de precisão compatível com a escala
PLANTA
Caso particular de carta, que representa uma área de extensão suficientemente restrita com uma escala grande (> 25.000), onde a curvatura não precisa ser levada em consideração, e que, em conseqüência, o número de detalhes é bem maior

Os mapas e cartas podem ser classificados sob diversos aspectos, porém, será feita uma classificação quanto a sua natureza de representação (IBGE), conforme descrito na Tab 9.

Divisão	Subdivisão	Definição
Geral	**Cadastral** escalas > 1:25.000	Representação em escala grande e com maior nível de detalhamento, apresentando grande precisão geométrica, normalmente utilizada para regiões metropolitanas. As escalas mais usuais na representação cadastral, são: 1:1.000, 1:2.000, 1:5.000, 1:10.000 e 1:15.000.
	Topográfica escalas ≤ 1:25.000 e ≥ 1:250.000	Carta elaborada a partir de levantamentos aerofotogramétrico e geodésico, original ou compilada de outras cartas topográficas em escalas maiores. Inclui os acidentes naturais e artificiais, em que os elementos planimétricos (sistema viário, obras, etc.) e altimétricos (relevo por intermédio de curvas de nível, pontos cotados, etc.) são geometricamente bem representados.

<table>
<tr><td></td><td>Geográfica
escalas
< 1:250.000</td><td>Carta em que os detalhes planimétricos e altimétricos são generalizados, os quais oferecem uma precisão de acordo com a escala de publicação. A representação planimétrica é feita por intermédio de símbolos, enquanto que a representação altimétrica é feita, em geral, por intermédio de cores hipsométricas.</td></tr>
<tr><td>Temática</td><td colspan="2">São as cartas, mapas ou plantas em qualquer escala, destinadas a um tema específico, necessária às pesquisas socioeconômicas, de recursos naturais e estudos ambientais, como por exemplo, atlas nacional, regional e estadual.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Especial</td><td>Náuticas</td><td>Representa as profundidades, a natureza do fundo do mar, as curvas batimétricas, bancos de areia, recifes, faróis, bóias, as marés e as correntes de um determinado mar ou áreas terrestres e marítimas. Elaboradas de forma sistemática pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN.</td></tr>
<tr><td>Aeronáuticas</td><td>Representação particularizada dos aspectos cartográficos do terreno, ou parte dele, destinada a apresentar além de aspectos culturais e hidrográficos, informações suplementares necessárias à navegação aérea, pilotagem ou ao planejamento de operações aéreas. Elaboradas de forma sistemática pelo Instituto de Cartografia Aeronáutica – ICA.</td></tr>
<tr><td>Militares</td><td>Em geral, são elaboradas na escala 1:25.000, representando os acidentes naturais do terreno, indispensáveis ao uso das forças armadas. Pode representar uma área litorânea, características topográficas e náuticas, a fim de que ofereça a máxima utilidade em operações militares, sobretudo no que se refere a operações anfíbias.</td></tr>
<tr><td>Geoidal</td><td>Representa as ondulações geoidais em relação ao elipsóide, por intermédio de uma série de linhas ou curvas que unem os pontos de mesma altura geoidal para um determinado datum e elipsóide de referência.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Existente outros tipos, tais como, mapa magnético, astronômico, meteorológico, entre outros.</td></tr>
</table>

Tab 9 - Classificação das Cartas.

2.7.2 Carta Internacional do Mundo ao Milhonésimo (CIM)

A distribuição geográfica das folhas ao Milionésimo foi obtida com a divisão do planeta (representado aqui por um modelo esférico) em 60 fusos de amplitude 6º, numerados a partir do fuso 180º W - 174º W no sentido Oeste-Leste. Cada um destes fusos por sua vez estão divididos a partir da linha do Equador em 21 zonas de 4º de amplitude para o Norte e com o mesmo número para o Sul. O Brasil possui território nas zonas NA e NB do hemisfério norte; para o sul se distribui desde SA até SI (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

A divisão em fusos aqui apresentada é a mesma adotada nas especificações do sistema UTM. Na verdade, o estabelecimento daquelas especificações é pautado nas características da CIM.

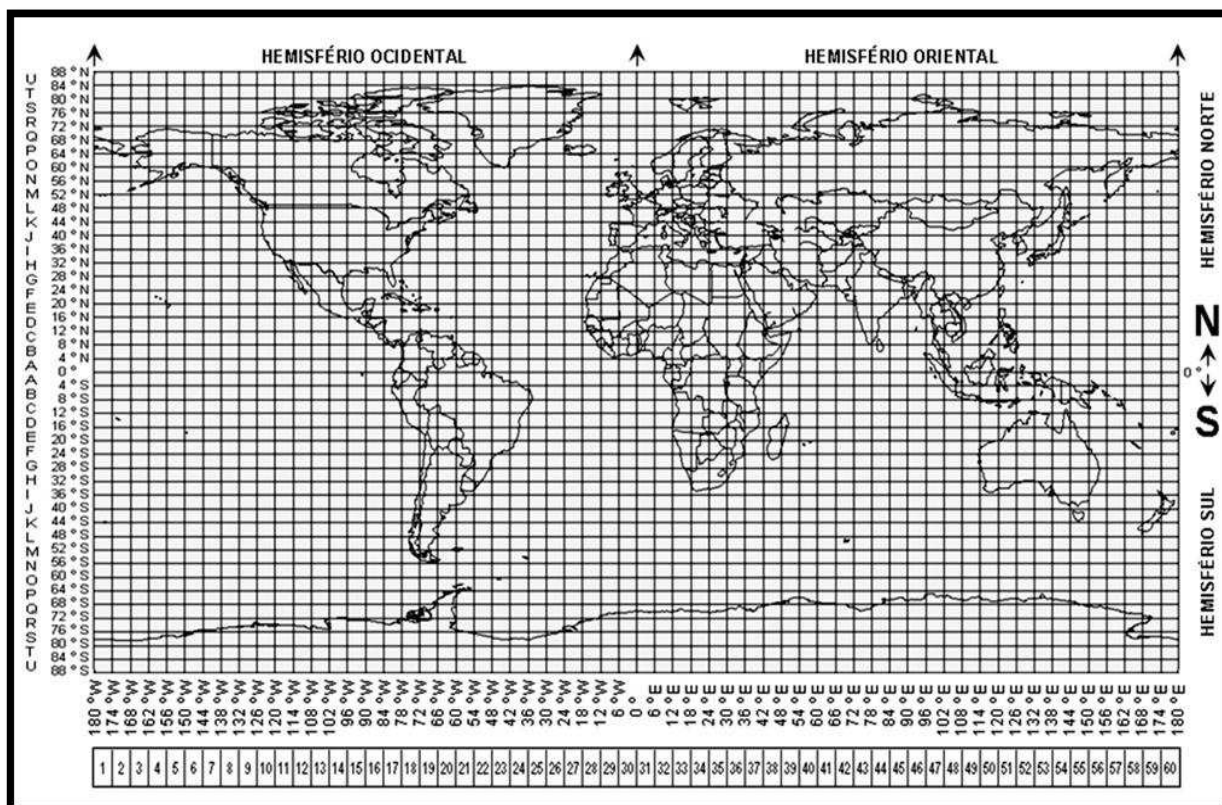



Fig 33 - Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo.

Cada uma das folhas ao Milionésimo pode ser acessada por um conjunto de três caracteres:

-letra N ou S - indica se a folha está localizada ao Norte ou ao Sul do Equador;

-letras A até U - cada uma destas letras se associa a um intervalo de 4º de latitude se desenvolvendo a Norte e a Sul do Equador e se prestam a indicação da latitude limite da folha. Além das zonas de A a U, temos mais duas que abrangem os paralelos de 84º a 90º. A saber: a zona V que é limitada pelos paralelos 84º e 88º e a zona Z, ou polar, que vai deste último até 90º. Neste intervalo, que corresponde as regiões Polares, a Projeção de Lambert não atende convenientemente a sua representação, utilizando-se então, a Projeção Estereográfica Polar;

-números de 1 a 60 - indicam o número de cada fuso que contém a folha.

A Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo fornece subsídios para a execução de estudos e análises de aspectos gerais e estratégicos, no nível continental. Sua cobertura é nacional, contemplando um conjunto de 46 cartas, conforme a Fig 33.

2.7.3 ÍNDICE DE NOMENCLATURA E ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

Este índice tem origem nas folhas ao Milionésimo, e se aplica a denominação de todas as folhas de cartas do mapeamento sistemático (escalas de 1:1.000.000 a 1:25.000). Na Fig 34 - Índice de Nomenclatura e articulação das folhas do mapeamento sistemático. é apresentada a referida nomenclatura, bem como a articulação das folhas nas escalas do mapeamento sistemático.

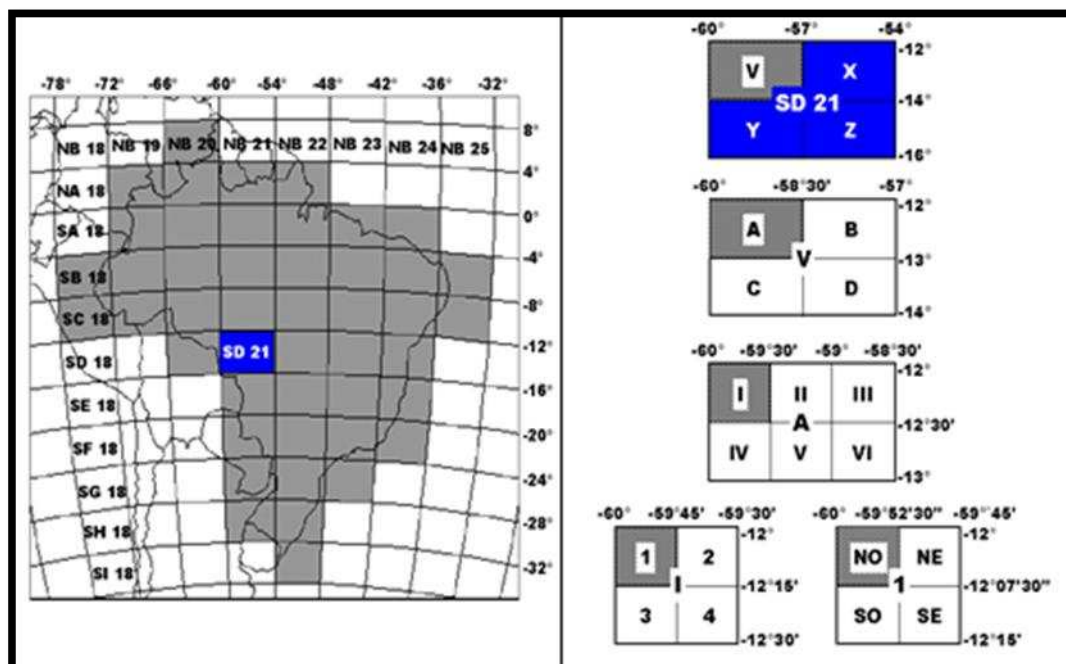



Fig 34 - Índice de Nomenclatura e articulação das folhas do mapeamento sistemático.

Para a articulação 1:10.000: a partir da articulação 1:25.000, uma divisão em duas colunas e três fileiras, adicionando uma letra ao índice de nomenclatura, conforme a Fig 35, que exemplifica a folha SD.24-V-B-III-2-SO-B.

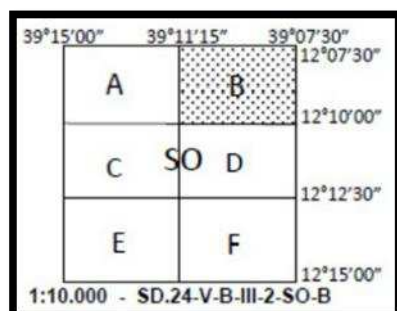



Fig 35 - Índice de Nomenclatura para a escala 1:10.000.

Para as articulações nas escalas de 1:5.000 até 1:1.000, sugerem-se divisões sucessivas a partir da carta 1:10.000 em 4 cartas (1:5.000) e em 6 cartas (1:2.000), e finalmente em 4 cartas (1:1.000), conforme a Fig 36:

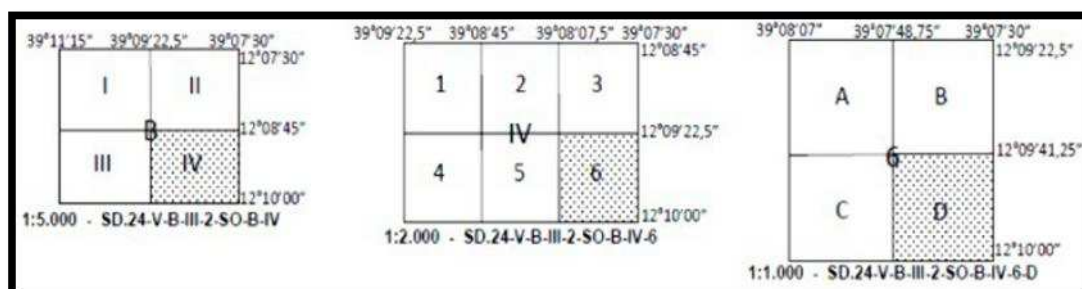



Fig 36 - Índice de Nomenclatura para escalas de 1:5.000 até 1:1.000.

2.7.4 MAPA ÍNDICE

Além do índice de nomenclatura, dispomos também de um outro sistema de localização de folhas. Neste sistema numeramos as folhas de modo a referenciá-las por intermédio de um simples número, de acordo com as escalas:

-para as folhas de 1:1.000.000 usamos uma numeração de 1 a 46;

-para as folhas de 1:250.000 usamos uma numeração de 1 a 550;

-para as folhas de 1:100.000, temos 1 a 3036;

Estes números são conhecidos como "MI", que quer dizer número correspondente no MAPA ÍNDICE. Para folhas na escala de 1:250.000 utiliza-se o termo "MIR" que significa MAPA ÍNDICE REDUZIDO.

O número do MI substitui a configuração do índice de nomenclatura para escalas de 1:100.000, por exemplo, à folha SD-23-Y-C-IV corresponderá o número MI 2215.

Para as folhas na escala 1:50.000, o número MI vem acompanhado do número (1,2,3 ou 4) conforme a situação da folha em relação a folha 1:100.000 que a contém. Por exemplo, à folha SD-23-Y-C-IV-3 corresponderá o número MI 2215-3.

Para as folhas de 1:25.000 acrescenta-se o indicador (NO,NE,SO e SE) conforme a situação da folha em relação a folha 1:50.000 que a contém, por exemplo, à folha SD-23-Y-C-IV-3-NO corresponderá o número MI 2215-3-NO.

Escala	Índice de Nomenclatura	Mapa Índice	Latitude	Longitude	Área no Terreno (aproximado)
1:1.000.000	SD 21	29	4°	6°	448 Km x 672 Km
1:500.000	SD 21-V	111	2°	3°	224 Km x 336 Km
1:250.000	SD 21-V-A	246	1°	1° 30'	112 Km x 168 Km
1:100.000	SD 21-V-A-I	1862	30'	30'	56 Km x 56 Km
1:50.000	SD 21-V-A-I-1	1862/1	15'	15'	28 Km x 28 Km
1:25.000	SD 21-V-A-I-1- NO	1862/1-NO	07' 30"	07' 30"	14 Km x 14 Km
1:10.000	SD 21-V-A-I-1- NO-B	1862/1-NO-B	3’45”	2’30”	7 km x 4,7 km
1:5.000	SD 21-V-A-I-1- NO-B-IV	1862/1-NO-B-IV	1’52,5”	1’15”	3,5 km x 2,35 km
1:2.000	SD 21-V-A-I-1- NO-B-IV-6	1862/1-NO-B-IV-6	37,5”	37,5”	1,1 km x 1,1 km
1:1.000	SD 21-V-A-I-1- NO-B-IV-6-D	1862/1-NO-B-IV-6-D	18,75”	18,75”	0,6 km x 0,6 km

Tab 10 - Nomenclatura das folhas.

A aparição do número MI no canto superior direito das folhas topográficas sistemáticas nas escalas 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000 é norma cartográfica hoje em vigor, conforme recomendam as folhas-modelo publicadas pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército, órgão responsável pelo estabelecimento de Normas Técnicas para as séries de cartas gerais, das escalas 1:250.000 e maiores.

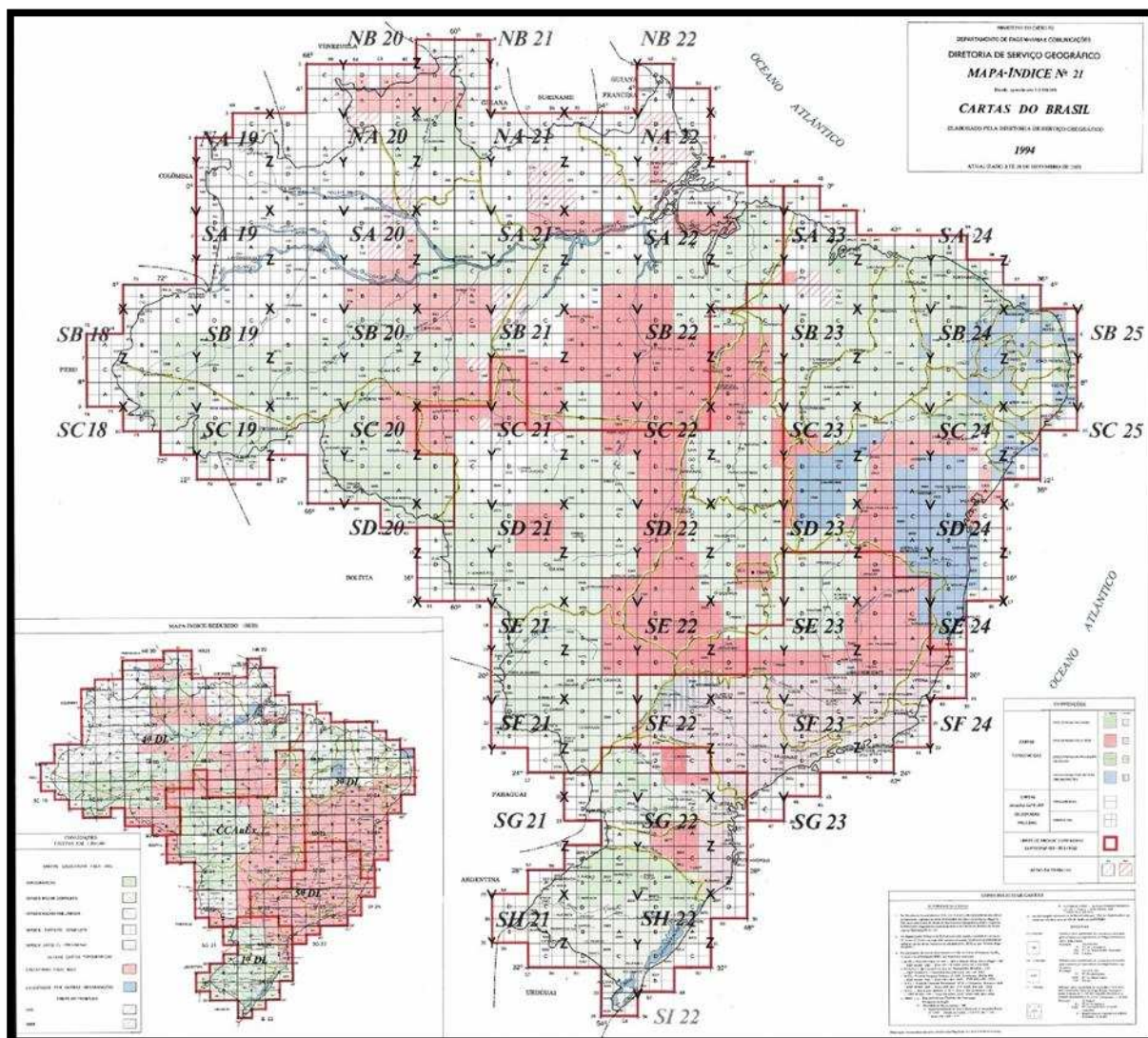



Fig 37 - Mapa Índice Brasileiro

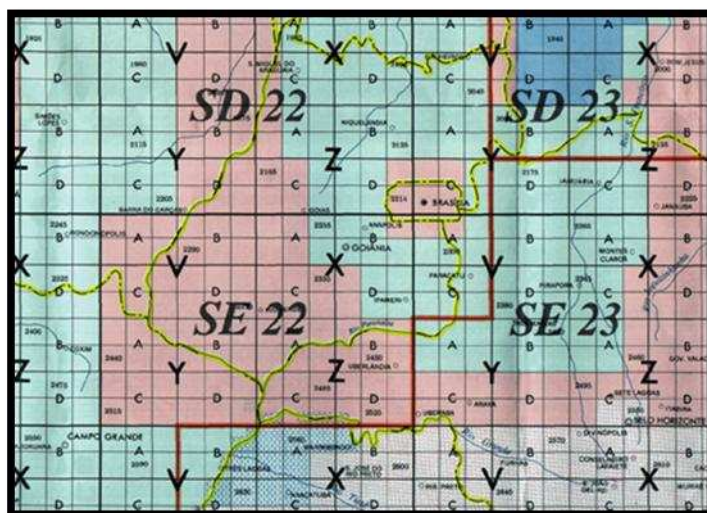



Fig 38 - Detalhamento do Mapa Índice.

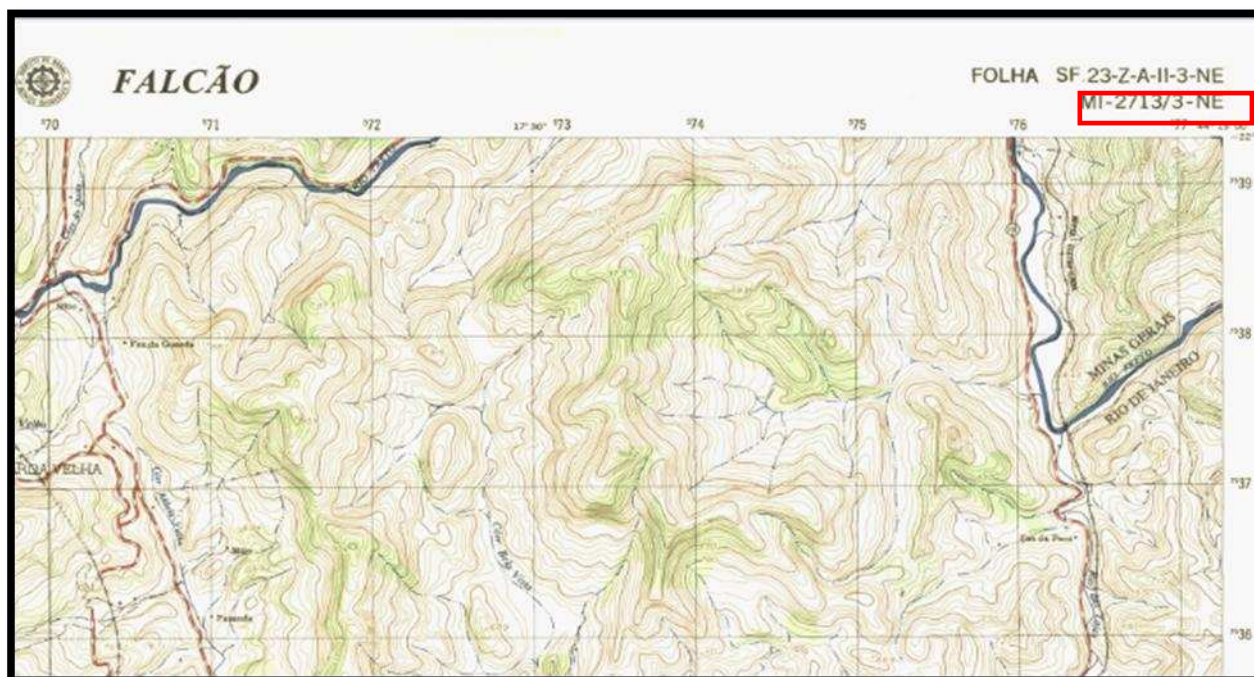



Fig 39 - Posição do MI na Carta Topográfica.

CAPÍTULO III
SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

3.1 CONCEITOS DE SIG

Consideramos um Sistema de Informações Geográficas (SIG) como um conjunto de ferramentas para manipulação de informações espacialmente distribuídas, com foco na análise e exibição desses dados, ou seja, esse tipo de sistema possibilita que análises espaciais variadas possam ser realizadas a partir do conhecimento da localização e dos atributos de objetos diversos.

Os SIG são compostos por programas específicos e desenvolvidos para essa aplicação, utiliza dados geográficos e recursos humanos habilitados para realizar consultas espaciais sobre esses dados. Os dados brutos estão associados à sua localização na superfície terrestre num determinado instante, necessitando ser modelados antes do seu emprego num SIG. Dessa forma, o relevo, a hidrografia, os eixos viários, entre outros dados devem ser formatados para formarem um único padrão e poderem ser analisados. Estas análises permitem manter, extrair e recuperar informações com menor custo e maior velocidade quando comparadas com o emprego de cartas impressas.

Algumas análises podem demandar esforço considerável para serem efetuadas nos processos manuais, como cálculo de declividade, delimitação de áreas de influência ou de abrangência, enquanto poderiam ser realizadas num curto espaço de tempo e com menor esforço se empregado o SIG.

O que torna um SIG um importante e poderoso instrumento de manipulação de informações é sua capacidade de analisar os dados espaciais combinado a informações não gráficas (textuais ou tabeladas), como, por exemplo, saber detalhadamente o efetivo de uma OM ao clicar sobre sua representação espacial. Outra habilidade muito útil é o cruzamento de informações contidas em diferentes mapas, os planos de informações, possibilitando a criação de novos conjuntos de dados georreferenciados para uso em um contexto completamente diferente do original.

A Fig 40 apresenta esse conceito de sobreposição de planos de informações, destacando-se uma imagem de satélite, a delimitação dos municípios, os pontos sensíveis e estruturas estratégicas e o PAF (Plano de Apoio de Fogo) de um Grupo de Artilharia com a posição dos alvos.

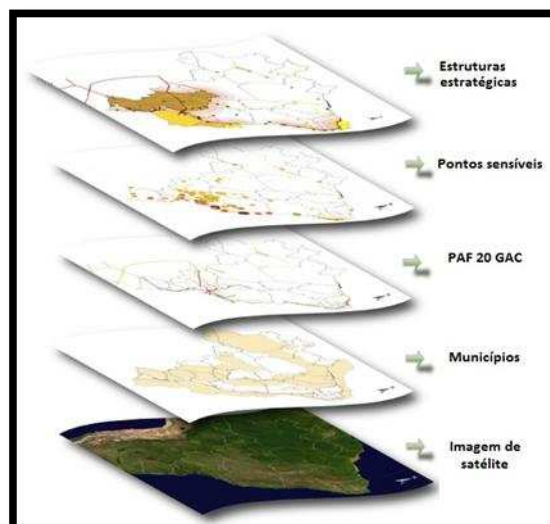



Fig 40 - Planos de informação.

3.2 EVOLUÇÃO

Dentre as diversas aplicações da cartografia, nos mais variados campos do conhecimento, o estudo considerado pioneiro do uso de SIG e da análise espacial foi realizado pelo Dr. John Snow, um infectologista britânico que estava estudando a distribuição dos casos de cólera no centro de Londres em 1854. Ao marcar em um mapa da cidade os endereços dos pacientes infectados, o Dr. Snow notou uma estranha distribuição das ocorrências, que estavam agrupadas em torno de um poço no centro da cidade. Uma vez interditado o poço pôs-se fim à epidemia. A Fig 41 é uma adaptação do mapa elaborado pelo Dr. John Snow.

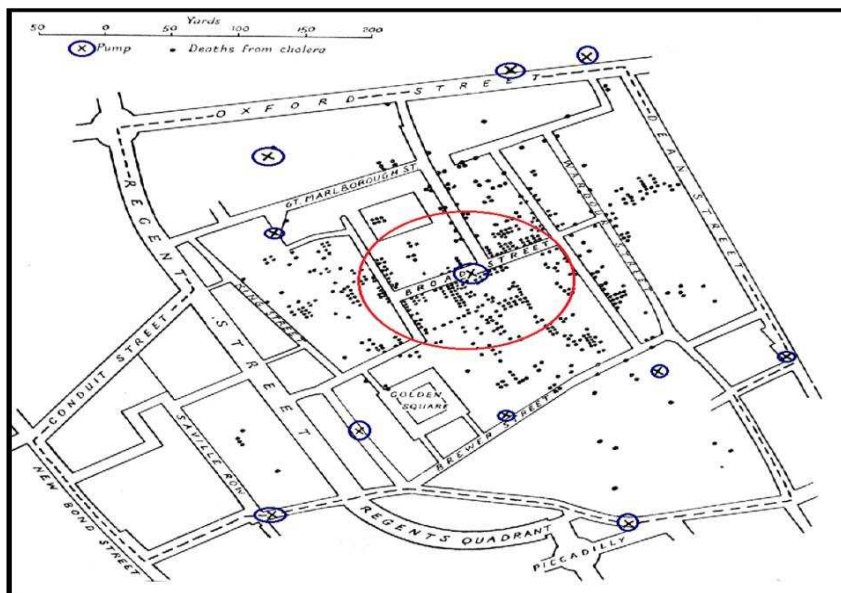



Fig 41 - Mapa de Londres com casos de cólera (pontos) e poços de água (cruzes). Adaptado por (Tufte, 1983).

No início da década de 1960, diversos fatores motivaram uma mudança na análise cartográfica, principalmente o desenvolvimento da computação: avanços no hardware, especialmente no ramo da computação gráfica, aliados ao desenvolvimento de teorias dos processos espaciais na geografia social e econômica, antropologia, e uma crescente preocupação com problemas sociais e ambientais levaram ao

surgimento de diversas técnicas de análise. Algumas descrições das aplicações pioneiras dos SIG podem ser encontradas na página da University of British Columbia ou no GIS History Project.

Como já visto, o que diferencia os dados geográficos dos demais é sua componente espacial. Contudo, os dados cartográficos têm uma abrangência maior e além dos dados geográficos, possuem dados tabulares associados a eles.

Na Geoinformação, os dados geográficos podem, ainda, serem divididos em dados matriciais e dados vetoriais. Dessa forma, temos três grandes conjuntos de dados cartográficos: Os dados matriciais, vetoriais e tabulares, como veremos a seguir.

3.3 DADOS MATRICIAIS

Os arquivos matriciais, também chamados de arquivos raster, recebem essa nomenclatura por se tratarem de representações do terreno na forma de uma matriz composta por "n" linhas e "m" colunas. Dessa forma, cada elemento da matriz é chamado de célula (ou pixel) e apresentam um valor referente ao atributo representado, por intermédio de um inteiro variando de 0 à $2^{(n-1)}$, onde n é a resolução radiométrica.

Existe uma relação direta entre esse número e o atributo que ele representa, por exemplo, num mapa de visibilidade podem ser empregados apenas os números 0 e 1, onde o zero representa as regiões que não podem ser visualizadas e o 1 representa as regiões que podem ser visualizadas. Esses valores poderiam estar associados às cores preta (valor 0) e branca (Valor 1) num mapa. Dessa forma, o usuário veria apenas um mapa com as cores preta e branca. Outros exemplos são as cartas topográficas, onde a escala varia de 0 à 255 num sistema de cores (normalmente emprega-se o sistema RGB – Red/Green/Blue ou Vemelhor/Verde/Azu), onde cada sequência de valores está associada a uma cor e cada cor está associada a um elemento do terreno, como por exemplo R:24, G:92, B:175, que representa a cor azul que está associada a massas d'água. Há ainda a possibilidade de cada célula possuir um valor correspondente à altitude do terreno, o que é conhecido como Modelo Digital de Elevação, que será abordado posteriormente.

Os arquivos matriciais podem ter diversas extensões. Cada uma delas terá uma característica específica e poderá nos ajudar em um determinado trabalho. Os formatos mais comuns são TIFF, JPG, BMP, etc. O formato GEOTIFF possui uma característica a mais: ele é georreferenciado, enquanto o TIFF possui apenas as informações da imagem sem amarração com o terreno. O formato GEOTIFF corresponde a um arquivo no formato TIFF acrescido de outro no formato TFW ("TIFF File World") que contém as informações de georreferenciamento da imagem.

3.3.1 RESOLUÇÃO DOS DADOS MATRICIAIS

As imagens possuem características próprias conhecidas como resolução. Entre as mais importantes estão:

a) Resolução espacial: é o tamanho da área no terreno representado em 1 pixel. A qualidade de imagem será representada pela menor área do terreno coberta pelo pixel da imagem no sistema de coordenadas do terreno (m). Quanto menor o pixel, maior a resolução (espacial) da imagem e, portanto, maior o nível de detalhamento da mesma.

O menor detalhe presente na imagem capaz de ser interpretado é função da resolução espacial e dos elementos circunvizinhos. Normalmente, um conjunto de 9 a

25 pixels (quadrados de 3 a 5 pixels de lado) já possibilita identificar o elemento representado. O sensor que fez a aquisição da imagem é o fator limitante da qualidade, de acordo com a tecnologia empregada.

Os principais satélites imageadores são apresentados na Tab 11:

Satélite	Resolução Espacial
LandSat7	15 m (pancromático)
	60 m (multiespectral)
Spot 4	10 m (pancromático)
	20 m (multiespectral)
IKONOS II	1.0 m (pancromático)
	4.0 m (multiespectral)
Quick Bird	60 cm (pancromático)
	2.8 m (multiespectral)
RapidEye	5.0 m
CBERS	2.7 m (pancromático)
	20 m (multiespectral)
GEOEYE	0.5 m (pancromático)
	2.0 m (multiespectral)

Tab 11 - Resolução Espacial dos principais satélites.

Recentemente o Ministério do Meio Ambiente adquiriu imagens do sensor *RapidEye* de todo o território brasileiro. Esse material está disponibilizado no BDGEx. Já o sensor QuickBird é muito conhecido pela sua alta qualidade de imagens. A resolução espacial de 60 centímetros permite que sejam adquiridas imagens com nível de detalhamento altíssimo, comparável ao das imagens de sensores aerotransportados. Em face da alta velocidade e a baixa órbita deste SAT, a sua qualidade é prejudicada no emprego para escalas maiores que 1: 15.000, particularmente em áreas densamente edificadas, mesmo com o adensamento de pontos de apoio de campo, inclusive na base e topo das edificações.

Na Fig 42 são apresentados alguns exemplos de imagens e como a resolução espacial interfere em sua interpretação.

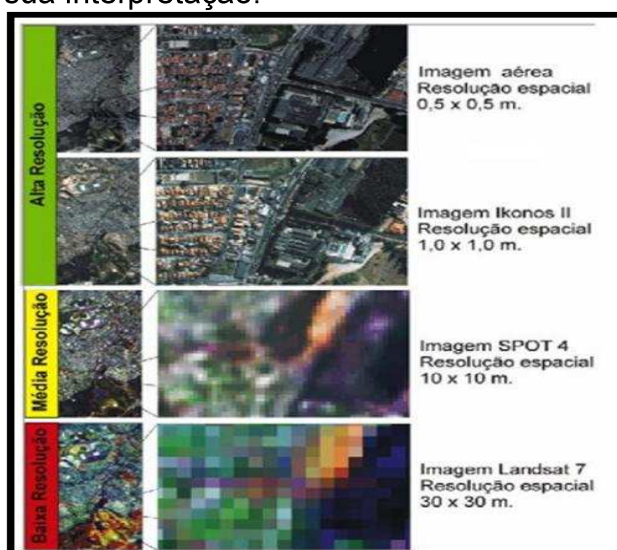



Fig 42 - Exemplo de imagens. (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014)

b) Resolução temporal: essa característica técnica da imagem informa a periodicidade de coleta de informações. Em termos práticos, especifica a quantidade de tempo entre duas passadas de um mesmo sensor por uma determinada região do globo terrestre. O satélite IKONOS, por exemplo, tem resolução temporal de 5 dias, ou seja, a cada 5 dias uma mesma região do globo pode ser imageada.

A Fig 43 exemplifica o uso da das imagens de satélite de diferentes épocas na análise da evolução do espaço físico ao longo do tempo para a região de Serra Pelada (PA):

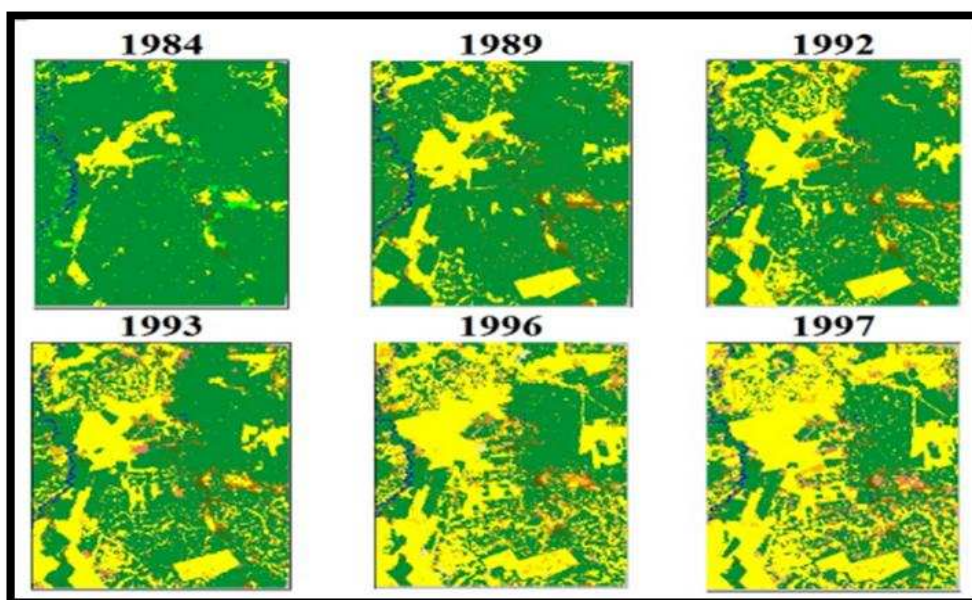



Fig 43 - Exemplo de análise de evolução temporal do espaço físico.

c) Resolução radiométrica: determina o número de bits de uma imagem. Na prática essa informação expressa a variação de tons de uma cor, disponíveis para representação na imagem, também sendo conhecida como o número de níveis de cor de uma imagem. O número total de níveis de tons é expresso por 2 elevado a n, onde “n” é o número de bits.

Essa informação é importante porque, quanto maior o número de bits, maior o tamanho do arquivo, maior o seu custo e mais caro e especializado é o programa que será utilizado na manipulação das imagens. Muitas vezes, dependendo da finalidade do trabalho, não é necessário adquirir uma imagem de 24 bits, por exemplo. Ou pode-se converter para um formato com menor número de bits, facilitando o manuseio, o tráfego de informações pela rede, etc. A Fig 44 exemplifica o número de tons (conhecido como níveis de cinza) para uma imagem preto e branca de 8 bits:

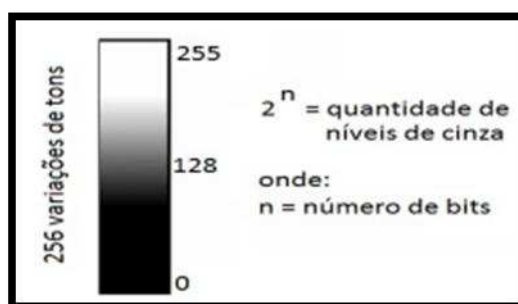



Fig 44 - Níveis de cinza

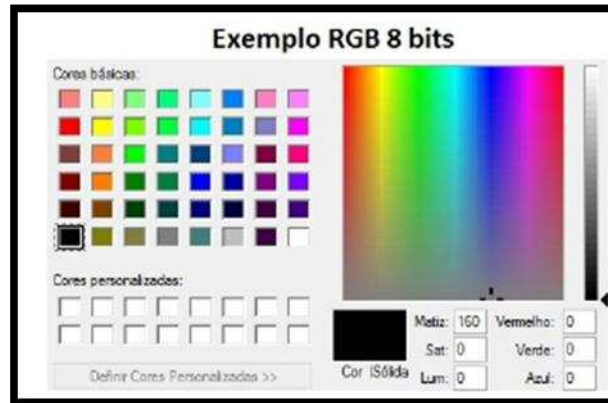



Fig 45 - RGB de 8 bits.

Para as imagens coloridas, os sistemas sensores adquirem três imagens em cores diferentes utilizando filtros das cores RGB. A partir dessas imagens os arquivos são processados em conjunto para a formação da imagem colorida.

d) Resolução espectral: é a menor variação do espectro eletromagnético passível de detecção por um sistema sensor. Os sistemas podem ser monoespectrais (uma única banda), multiespectrais (mais de uma banda) e hiperespectrais (centenas de bandas). A Fig 46 exemplifica a resolução espectral do satélite Landsat 5:

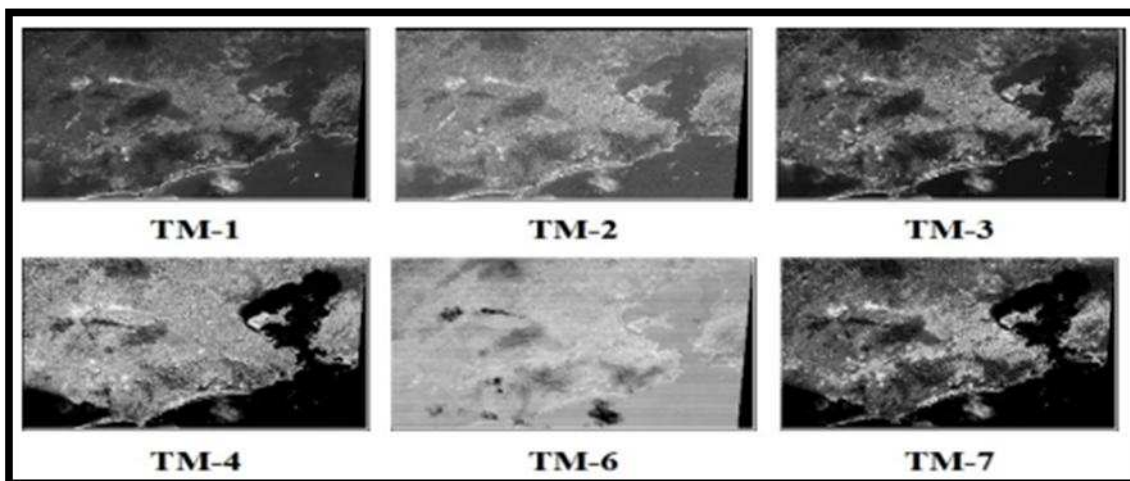



Fig 46 - Exemplo de resoluções espectrais do satélite Landsat 5

3.3.2 TIPOS DE DADOS MATRICIAIS

Os principais dados matriciais empregados são os dados temáticos, as imagens de sensoriamento remoto e os modelos numéricos de elevação, os quais serão detalhados a seguir.

3.3.2.1 Imagens de Sensores Remotos

Para que seja possível a obtenção de geoinformação atualizada, faz-se necessária a obtenção de imagens relativas à área de interesse. O uso de imagens se justifica à medida que ela representa porções da superfície terrestre em espaços físicos menores, baseado no conceito de escala de representação. Existem várias opções de se obter uma imagem digital de sensores remotos, e para cada uma delas o

tratamento, a fim de que o profissional possa extrair informações georreferenciadas, será diferente.

O imageamento feito com o uso de câmeras aerofotogramétricas, embarcadas em aeronaves, é conhecido como imageamento fotogramétrico. Nele a qualidade das imagens é muito alta e os custos são elevados. A obtenção de imagens com o uso de satélites tem se difundido de maneira substancial devido à grande evolução no que se refere ao nível de detalhamento das imagens oriundas desses sistemas sensores. Hoje em dia podem ser obtidas imagens de alta resolução espacial (30 cm, 50cm, 1 metro) com relativa frequência. As imagens que são obtidas pelas empresas de imageamento são armazenadas em seus servidores e disponibilizadas aos interessados como a denominação de “imagens de acervo”. Isso significa que elas possuem uma data e hora de aquisição definidas pela empresa, normalmente baseadas no momento em que os satélites passam pelos locais de interesse.

Existe uma outra possibilidade conhecida como programação de aquisição de imagens. Nela as empresas programam a aquisição em uma data, hora e local desejados pelo cliente. São utilizadas para acompanhamento de catástrofes, observação de fenômenos naturais, entre outras necessidades. Cabe observar que os custos associados às imagens de acervo são bem menores que aqueles relativos às imagens com programação de data de aquisição.

No caso do Exército Brasileiro as imagens existentes estão disponibilizadas no Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), de acesso à sociedade civil, e no BDGEx Operações, de acesso exclusivo do Exército Brasileiro. Há ainda a disponibilização de imagens de diferentes satélites em um sítio eletrônico pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (http://www.dgi.inpe.br/CDSR/). As figuras Fig 47 e Fig 48 mostram exemplos de imageamento aéreo e orbital, respetivamente.

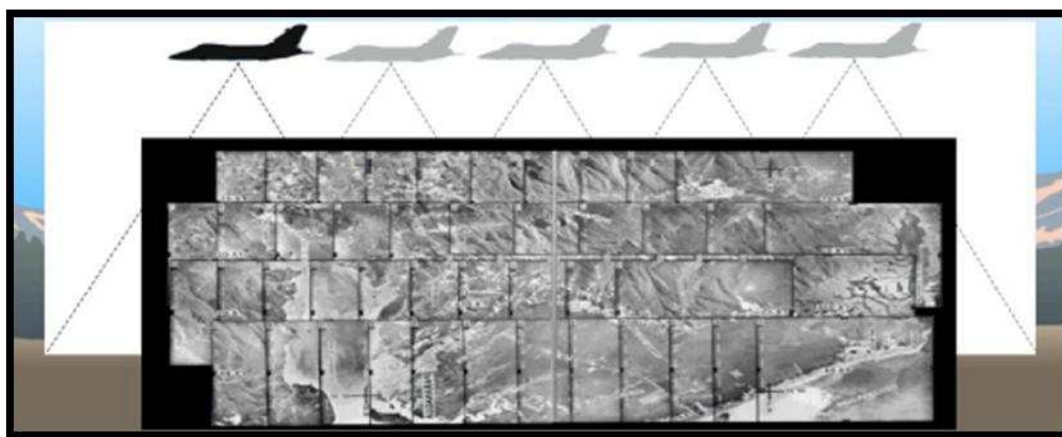



Fig 47 - Imageamento aéreo.

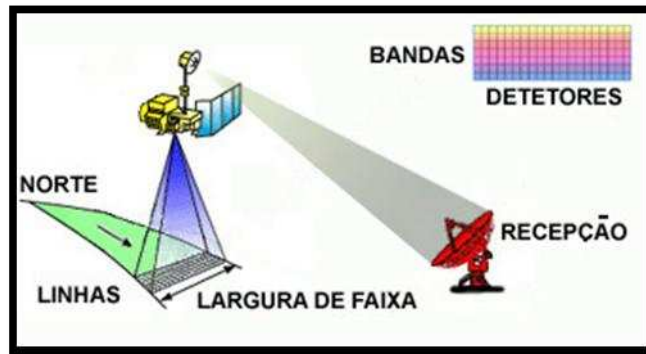



Fig 48 - Imageamento Orbital. (STEFFEN, 2017)

3.3.2.2 Modelos Digitais de Elevação

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE) são representações simplificadas com objetivo de reproduzir, o mais fidedignamente possível, os fenômenos reais da superfície terrestre, onde o aspecto espacial desses fenômenos é inserido pela terceira dimensão, exigindo um menor grau de abstração dos usuários. São amplamente aplicados para armazenar os dados de altimetria de uma superfície, para o cálculo de volumes de corte e aterro para construção de estradas e barragens, para geração de mapas de declividade e perfis topográficos e para visualizar tridimensionalmente as superfícies representadas.

Os MDE podem representar o terreno propriamente dito, sem considerar a vegetação e os demais componentes das elevações (edificações, pontes, árvores, etc), sendo chamado de Modelo Digital do Terreno (MDT). Caso representem a vegetação e os demais componentes das elevações ele passa a ser chamado de Modelo Digital de Superfície (MDS). O MDS, ao contrário dos MDT, não pode ser utilizado para geração de curvas de nível, uma vez que não representa unicamente a superfície terrestre (terreno). As Fig 49, Fig 50 e Fig 51 ilustram essa diferença entre MDT e MDS. Dessa forma os MDT em si tem maior aplicabilidade nas operações militares, contudo pode-se utilizar os MDS em conjunto com os MDT em algumas situações específicas, como nos casos de combates em área urbana.

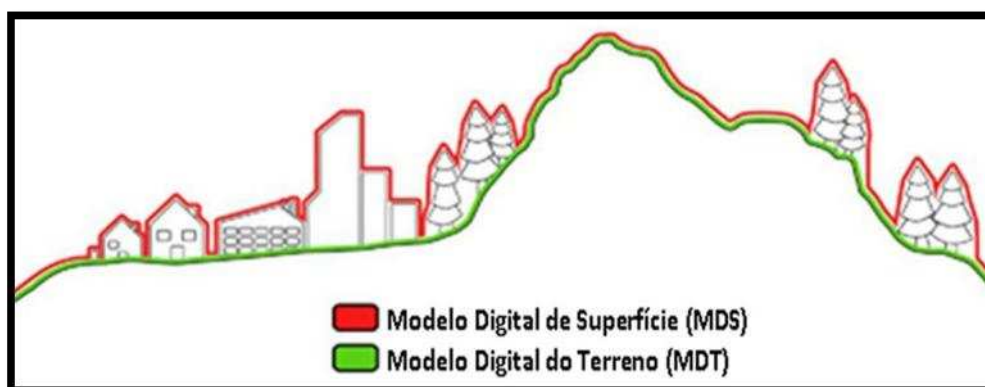



Fig 49 - Diferença entre MDS e MDT. (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014)

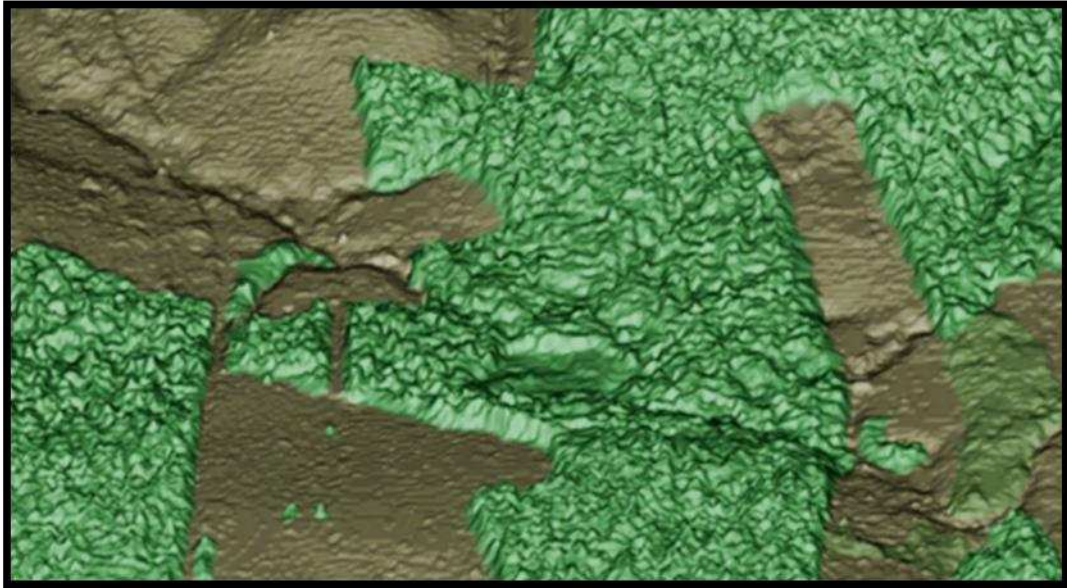



Fig 50 - MDS. (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014)

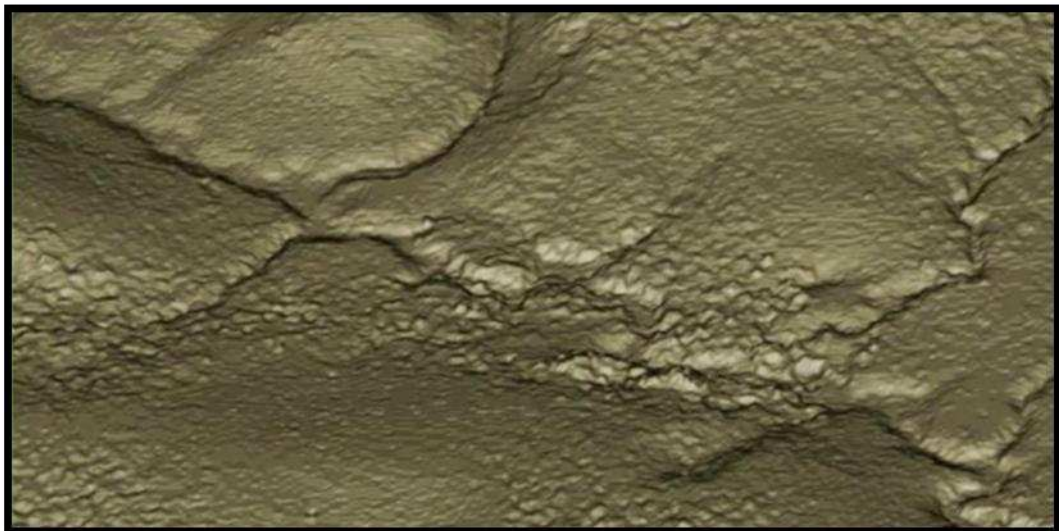



Fig 51 - MDT. (Manual de Campanha de Geoinformação, 2014)

Dentre as principais formas de se obter Modelos Digitais de Elevação destacam-se cinco. A primeira, por intermédio da tecnologia RADAR (Radio Detection and Ranging), a qual permite a obtenção de níveis altimétricos distintos da mesma região.

O comprimento de onda do sistema sensor pode ser ajustado para refletir ao entrar em contato com a vegetação (banda X), fornecendo assim o perfil da cobertura vegetal do terreno. E pode utilizar outras bandas do espectro eletromagnético que são “insensíveis” à vegetação e que refletirão somente ao atingirem uma porção do solo (banda P). A Fig 52 exemplifica as informações obtidas pelas duas bandas:

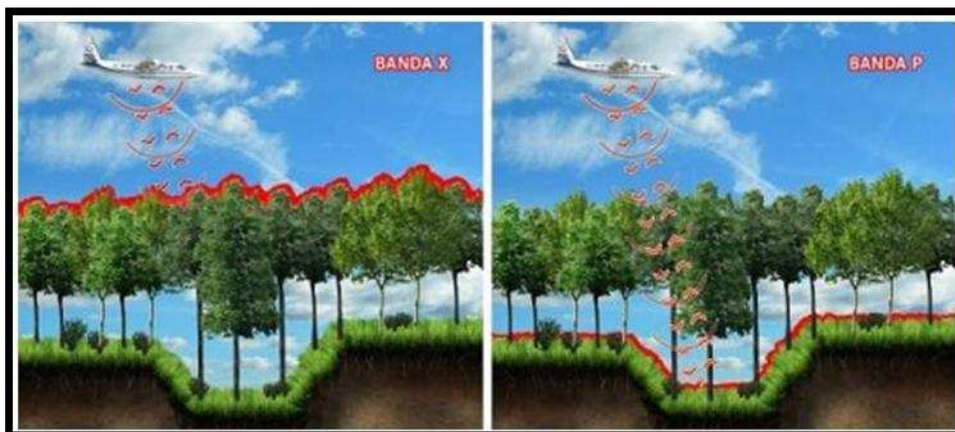



Fig 52 - Bandas X e P de um imageamento RADAR. (BRADAR , 2014)

Essa tecnologia RADAR possibilita obter o Modelo Digital de Elevação: de terreno (MDT) e de superfície (MDS), sendo possível assim, determinar a altura da vegetação.

A segunda tecnologia é a conhecida como LIDAR (Light Detection and Ranging) ou LADAR (Laser Detection and Ranging), que é capaz de adquirir vários pontos dentro de um mesmo espaço. Normalmente a definição da quantidade de pontos adquiridos se dá por uma razão de nuvem de pontos por metro quadrado. O laser é capaz de delinear o terreno de forma precisa, contudo a quantidade de informações adquiridas tende a crescer de maneira exponencial, sendo necessário um tratamento dos dados.

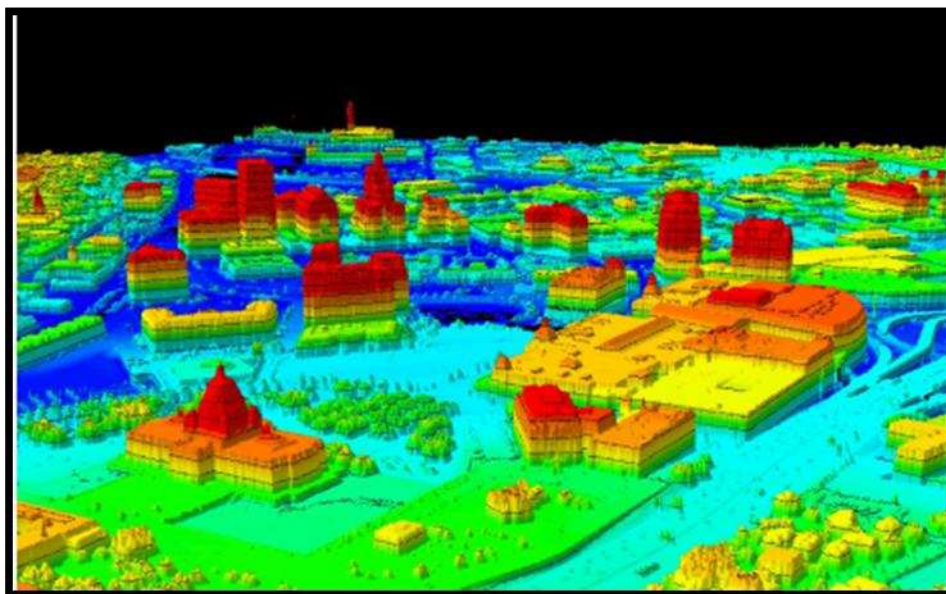



Fig 53 - Exemplo de MDE gerado a partir do LIDAR. (MUPSTECH, s.d.)

As demais são o levantamento GPS e o levantamento topográfico, abordados na seção 1.4 e a fotogrametria, que consiste na aquisição de imagens aéreas ou orbitais a partir de uma camara aerofotogramétricas ou sistemas sensores satelitais, conforme o exemplo do imageamento aéreo apresentado na Fig 54. Para isso, deve-se seguir um plano de vôo como apresentado na Fig 55.

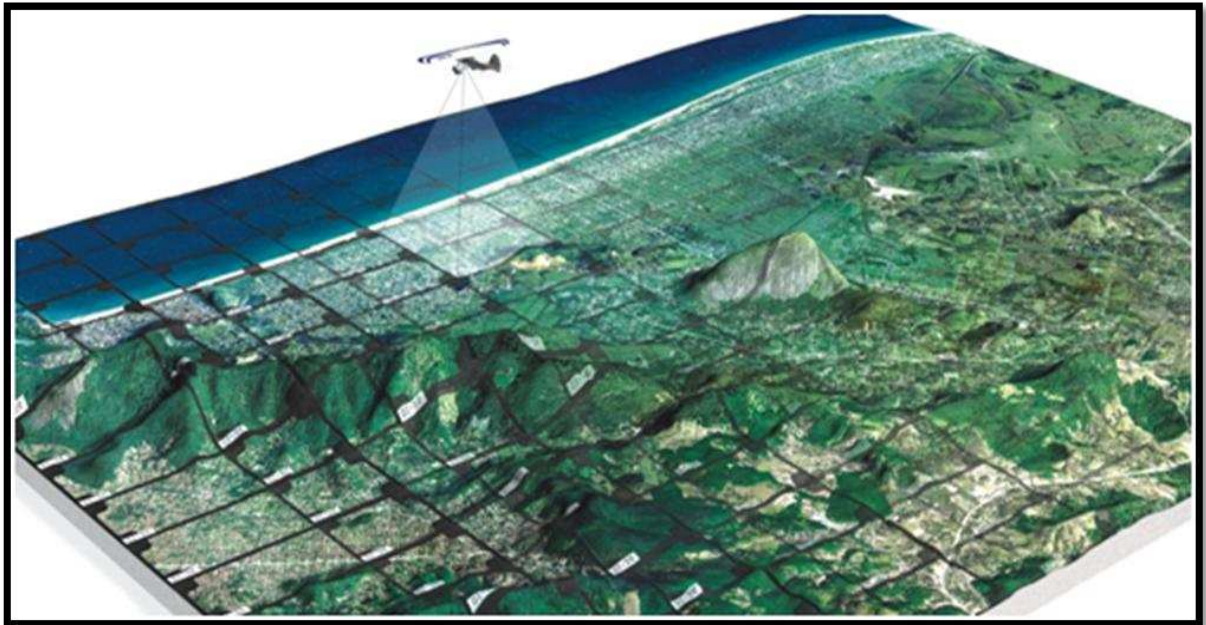



Fig 54 - Levantamento Aerofotogramétrico. (EscuelaPedia, s.d.)

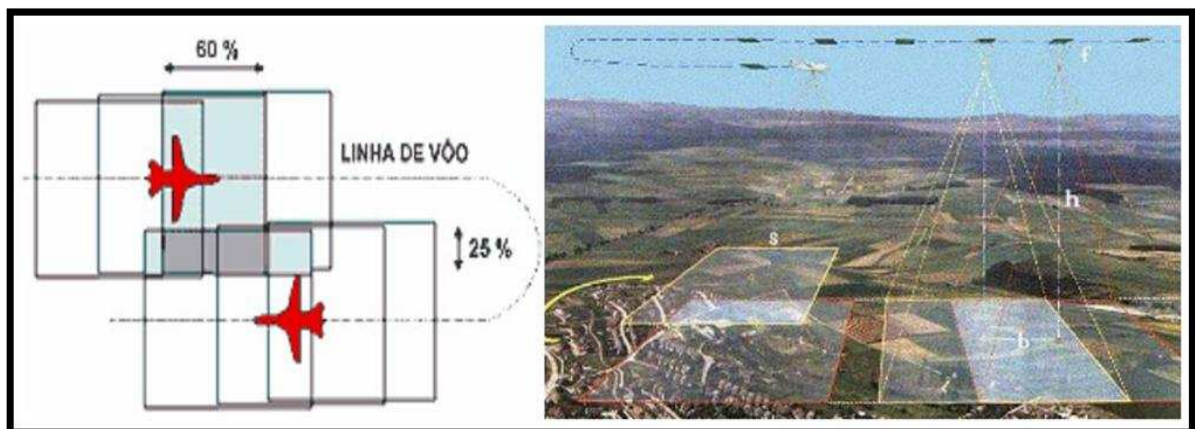



Fig 55 - Plano de voo fotogramétrico. (ESTEIO, 2015)

Os MDE são fundamentais para as análises a serem abordadas na Parte III, em especial, Análise de Visibilidade, Mapas de Declividade, Visualização 3D e Perfis do Terreno.

3.4 NOÇÕES DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

O processamento digital de imagens (PDI) é o conjunto de técnicas para a manipulação de imagens digitais no sentido de facilitar a extração de informações. Pode-se considerar o PDI como o conjunto de ferramentas e procedimentos aplicados a uma imagem a fim de obter melhores resultados visuais de um insumo. Para isso são usadas as técnicas de alteração de realce, por meio da manipulação do contraste. A Fig 56 mostra a aplicação da técnica de contraste sobre uma imagem Ikonos de 11 bits. É possível perceber que a alteração na imagem permite a identificação de informações não visualizadas na imagem original.

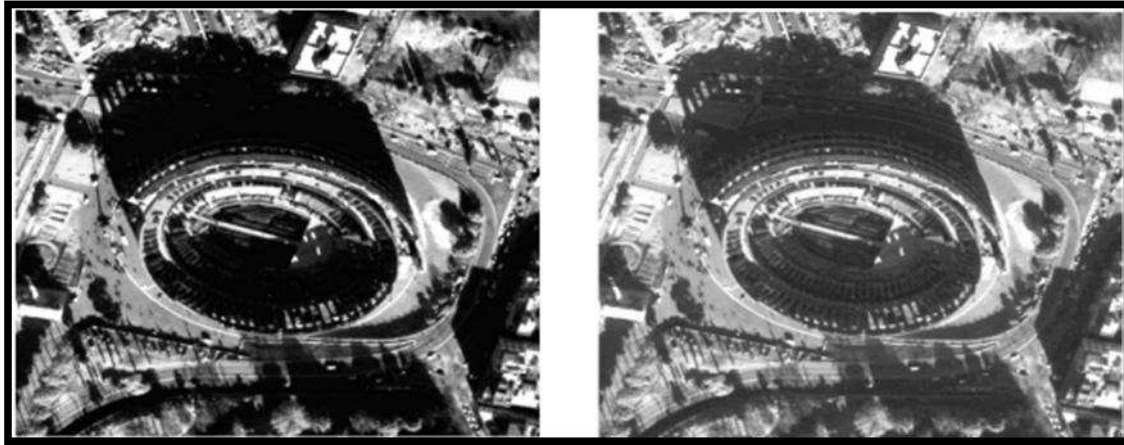



Fig 56 - Aplicação do Contraste em uma imagem. (Silva & Machado, 2002)

A reamostragem é o procedimento cujo objetivo é modificar a resolução espacial de um arquivo raster. Em geral, a reamostragem dos pixels deve ser considerada em todas as situações onde há trocas entre projeções, pois é indispensável acertar o tamanho do pixel das imagens reprojetadas.

A reamostragem interfere diretamente na resolução espacial da imagem porém, não irá necessariamente aumentar o nível de detalhamento da mesma, pois esse procedimento não cria novas informações..

Se uma pessoa deseja realizar um mosaico de diferentes sensores, por exemplo, RapidEye com tamanho de pixel de 5 metros e SPOT-5 com tamanho de pixel de 2,5 metros, é preciso reamostrar o raster para o pixel de menor resolução – neste caso, o produto final (os pixels das imagens mosaicadas) deve ser dimensionado para 5 metros. A seguir um exemplo de uma imagem com 512 x 512 pixels reamostrada para 700 x 600 pixels:

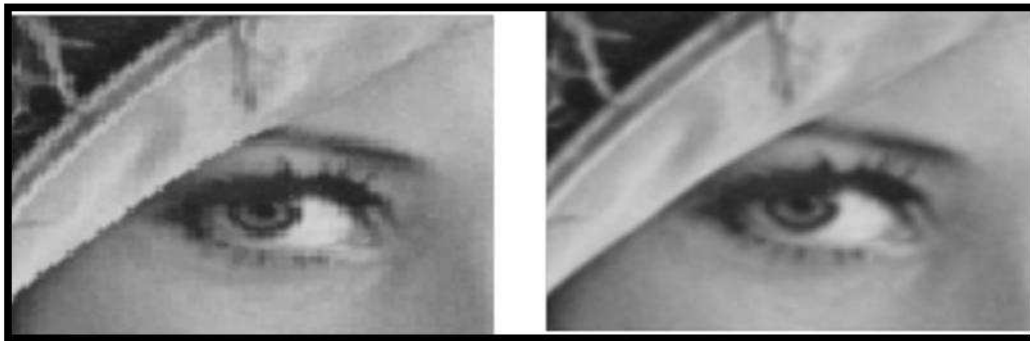



Fig 57 - Reamostragem de imagem com aumento de resolução espacial. (Gonzalez & Woods, 2009)

Esse procedimento é possível porque a reamostragem utiliza métodos de interpolação que redefinem os valores dos pixels levando em conta os valores dos pixels ao redor.

O mosaico de imagens é outra técnica de PDI muito empregada em geoprocessamento, onde são feitos os ajustes necessários para que dois ou mais insumos espacialmente adjacentes passem a ser um único insumo. Por exemplo, duas imagens aéreas, que estejam em faixas de aquisição diferentes, mas que contenham um rio comum. Um mosaico fará a junção destas duas imagens, permitindo ao usuário utilizar o insumo gerado para o planejamento de uma missão.

O mosaico é muito utilizado quando as áreas de interesse não estão enquadradas dentro de uma única imagem ou carta topográfica. Quando esta área abrange mais de um documento cartográfico a técnica de mosaicagem auxilia no planejamento das missões e na geração de um novo documento capaz de delimitar a área de interesse da forma desejada pelo operador. A Fig 58 mostra o mosaico de 4 imagens áreas, permitindo a visualização do curso d´água de forma contínua.

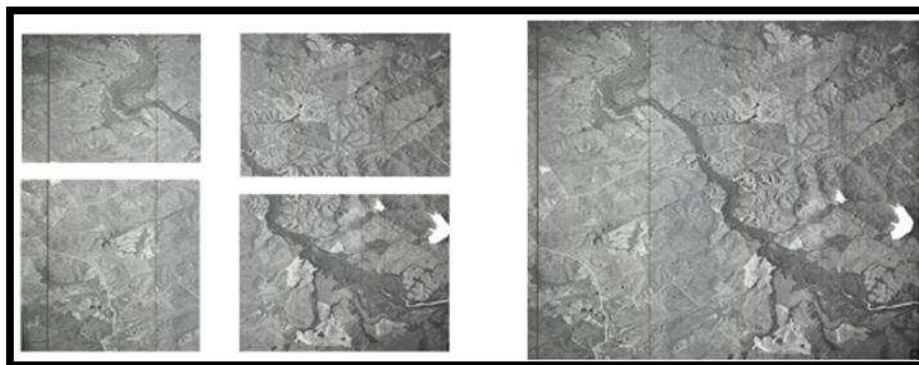



Fig 58 - Mosaico de imagens no QGIS.

3.4.1 FILTRAGEM

Um filtro tem por finalidade alterar a composição de um pixel (ou de um conjunto de pixels) buscando um determinado padrão visual. Ao aplicar fórmulas matemáticas e parâmetros estatísticos é possível gerar uma nova versão do grid sem alterá-lo em sua essência. O uso mais comum de filtros é a eliminação de ruídos (dados discrepantes), tais como, carros em rodovias (nas quais se pretende obter somente o perfil da via).

Os filtros são ferramentas básicas de uso constante para preparar a imagem antes de fazer qualquer outro processamento. Deve-se ter muito cuidado ao aplicar os filtros nos grids de dados, pois eles podem repercutir negativamente durante o processo de captação de informações no MDT. Eles servem para um primeiro tratamento da imagem, por se tratar de um procedimento grosseiro de eliminação de pequenos ruídos, conforme apresentado na Fig 59.

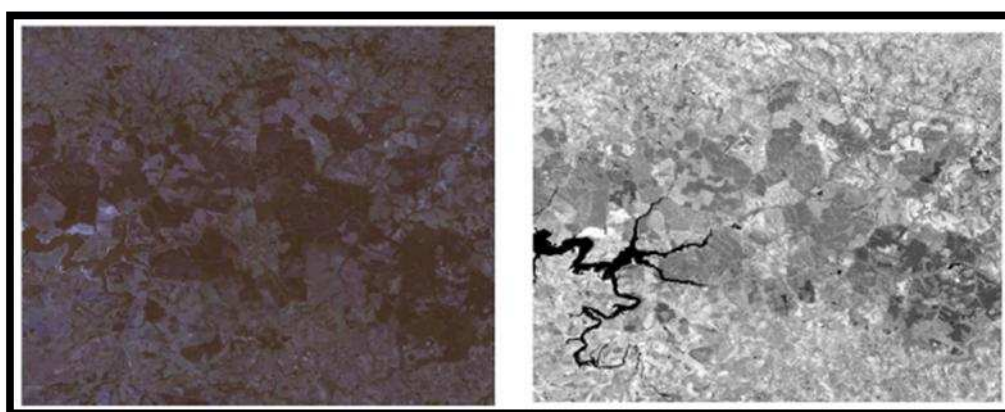



Fig 59 - Exemplo de aplicação de filtro de realce do QGIS (imagem original à esquerda e filtrada à direita).

3.4.2 CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

É o processo de extração de informações em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos que são utilizados para mapear áreas da superfície terrestre as quais correspondam aos temas de interesse.

A etapa de classificação tem como objetivo prover meios para decidir a que classe (categoria, forma, etc) um padrão de entrada pertence. Existem duas modalidades de classificação: não-supervisionada e supervisionada (Duda, Hart e Stork, 2001).

As classificações não supervisionadas referem-se ao valor relativo a cor, o tom ou conjunto (grupo ou grupos) para identificar entidades. Neste caso, o analista deve validar o resultado da classificação. Deve-se ter em mente que uma classificação não-supervisionada usa as propriedades do objeto para classificar os objetos automaticamente, sem interferência do usuário. O usuário precisa interpretar o resultado após a classificação e fazer algumas verificações de qualidade. As vantagens de tal abordagem não supervisionada são:

- Análise rápida para primeiros resultados;
- Facilidade de uso;
- Independência do usuário; e
- Repetibilidade.

A classificação supervisionada pode ser vista como o inverso da classificação não-supervisionada: envolve a seleção de agrupamentos de cobertura do solo a ser mapeada em combinação com o delineamento de pixels de treinamento para cada classe. Os pixels de treinamento serão os responsáveis por indicar ao sistema um padrão de comparação entre o material que se deseja classificar (amostra) e os diferentes níveis de informações presentes no dado que está sendo manipulado. Dessa forma, informando ao sistema um conjunto de pixels de treinamento (ou padrão) que identifique uma porção de água, a imagem a ser classificada será comparada com a informação de treinamento e todas as porções de água presentes no dado original serão identificadas com uma cor definida pelo usuário. A Fig 60 mostra uma imagem de satélite classificada.

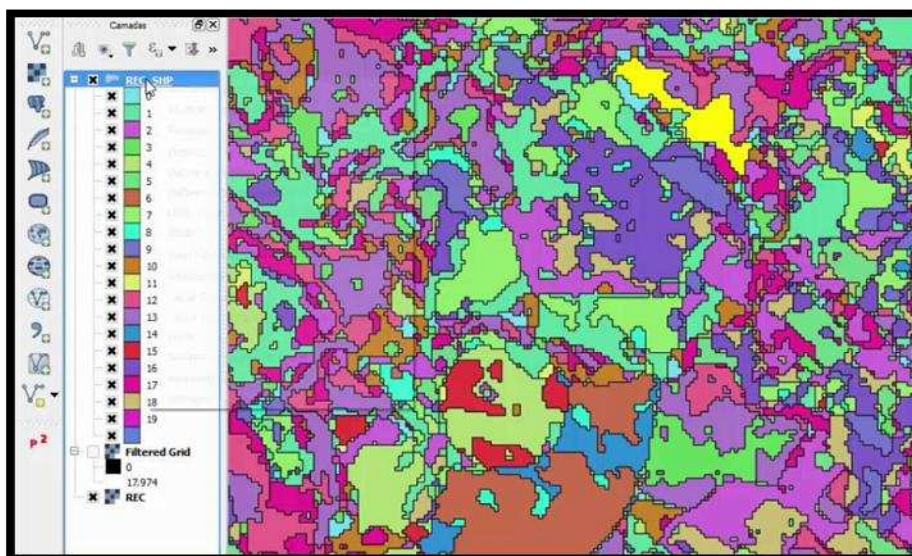



Fig 60 - Exemplo de classificação de imagens (algoritmo Kmeans).

3.4.3 COMPOSIÇÃO COLORIDA

As imagens de sensores remotos são fornecidas em bandas espectrais, como é o exemplo do satélite RapidEye, que possui 5 bandas espectrais: Azul, Verde, Vermelho, Red-Edge e Infravermelho Próximo. Por intermédio da banda Red-Edge é

possível realizar a medição das variações na vegetação, permitindo a separação de espécies e monitoramento da saúde da vegetação, por exemplo (Fig 61 e Fig 62):

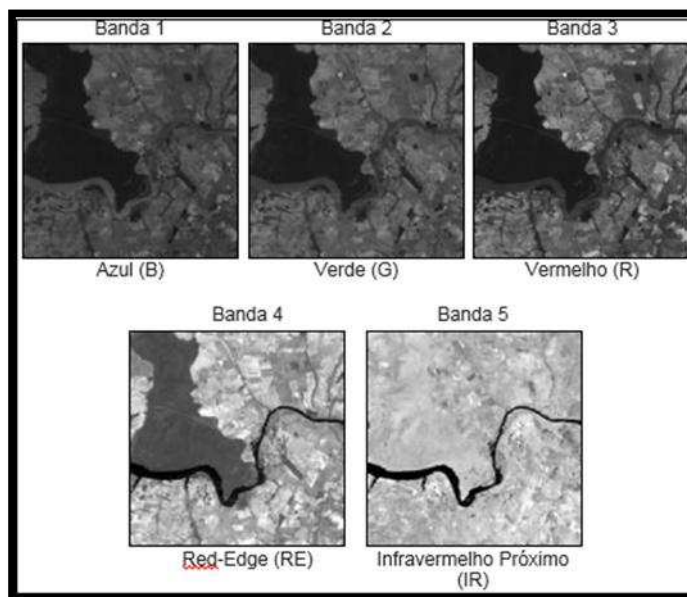



Fig 61 - Apresentação de cada banda que compõem as imagens multiespectrais RapidEye.

A grande vantagem das imagens multiespectrais, é utilizar composições de bandas para identificar com mais facilidade e precisão os alvos que compõem o uso e cobertura do solo.

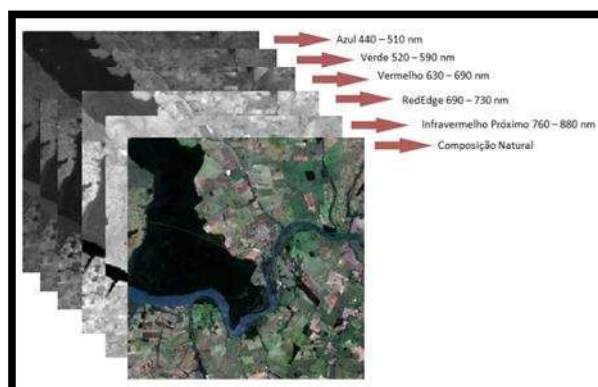



Fig 62 - Bandas espectrais que compõem uma imagem RapidEye.

Para produzir imagens com cor verdadeira (Fig 63), pode-se inserir a banda 1 no canal azul, a banda 2 no canal verde e a banda 3 no canal vermelho (R=3, G=2, B=1). Esta composição é interessante, pois mostra os objetos com cores próximas às cores reais, sendo mais facilmente assimilada sua interpretação por todos os usuários, independentemente do seu nível de qualificação.

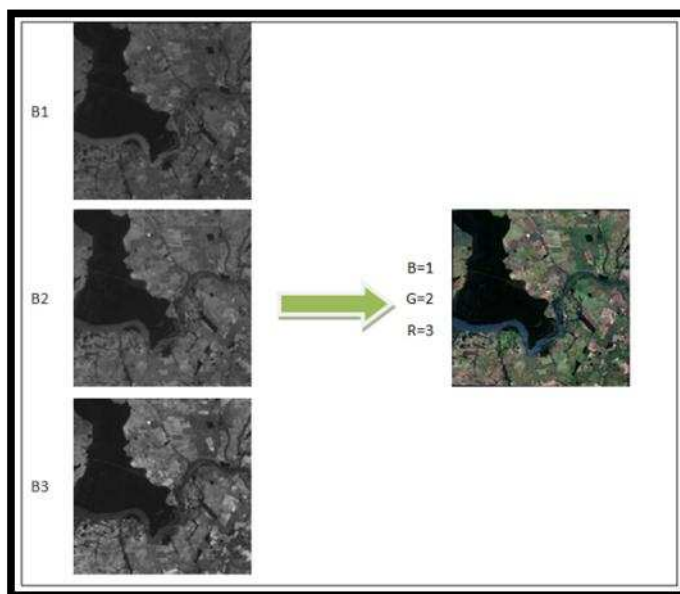



Fig 63 - Composição de uma imagem em Cor Verdadeira.

Além da composição Cor Verdadeira, podem ser feitas diversos outros tipos de composições, que permitem ressaltar determinados objetos de interesse (Fig 64):

Composição Cor verdadeira R=3, G=2, B=1	A composição **Cor Verdadeira** gera uma imagem com características visuais parecidas com a cor real dos objetos, tornando a interpretação bem intuitiva.
Composição Falsa Cor R=5, G=3, B=2	A composição **Falsa Cor**, é muito utilizada para diferenciar vegetações (vermelho) de solo exposto (ciano).
Composição Falsa Cor verdadeira R=4, G=5, B=2	A composição **Falsa Cor Verdadeira** gera uma imagem com cores aproximadas às cores verdadeiras, no entanto com maior nível de diferenciação dos objetos. É utilizado para o delineamento de corpos d água, áreas úmidas, agricultura e delineamento de propriedades.

Fig 64 - Composições coloridas com bandas multiespectrais.

3.4.4 ORTORRETIFICAÇÃO DE IMAGENS

A ortorretificação tem por finalidade corrigir geometricamente a imagem, pixel por pixel, das distorções decorrentes do relevo, transformando a imagem de uma

projeção cônica para uma perspectiva ortogonal (Fig 65), mantendo a constância da escala em toda a imagem ortorretificada.

Para o procedimento de ortorretificação, é necessário dispor de informações sobre o relevo da área imageada. Tais informações podem ser obtidas por intermédio de um Modelo Digital de Elevação (MDE). Ao fim do processo de ortorretificação, a imagem pode ser considerada geometricamente correta para utilização de forma mais precisa na produção de documentos cartográficos e para o cálculo exato de áreas e distâncias.

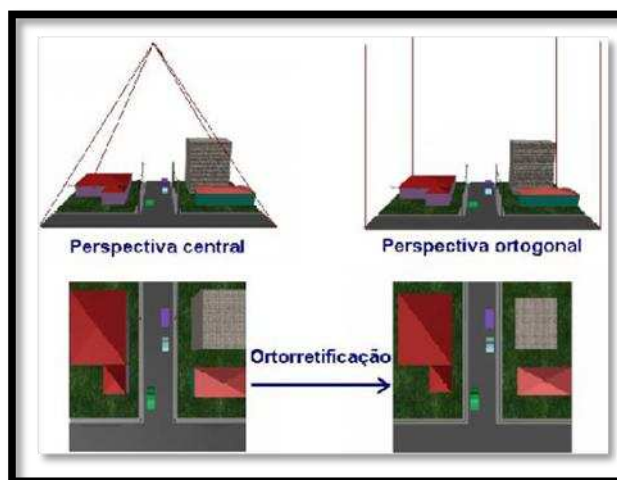



Fig 65 - Processo da ortorretificação, que transforma uma imagem em perspectiva central em outra em perspectiva ortogonal. Adaptado de (Coelho, 2003).

Sendo assim, se medirmos dois objetos de mesma dimensão com diferenças significativas de altitude em uma imagem de satélite não ortorretificada, veremos que as medidas apresentarão incoerências (Fig 66):

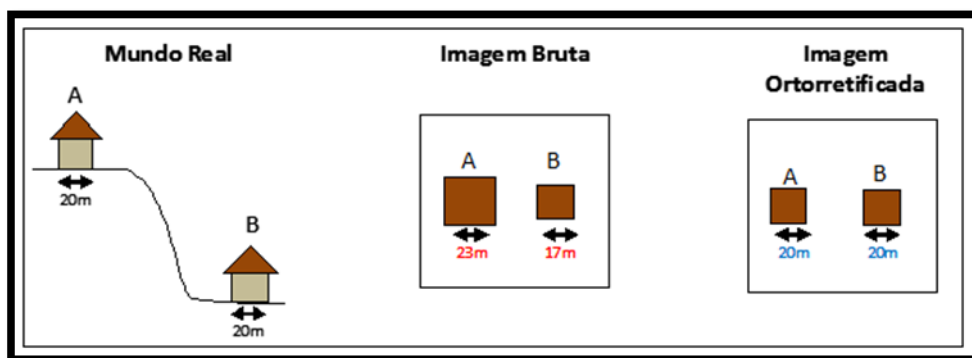



Fig 66 - Distorções de escala em imagens brutas.

Fig 67 é ilustrado o efeito do deslocamento devido ao terreno que ocorre com um pixel da imagem obtida por sensor remoto, quando é considerada apenas uma superfície de referência para a produção da imagem, e não um modelo digital de elevação que represente a superfície topográfica.

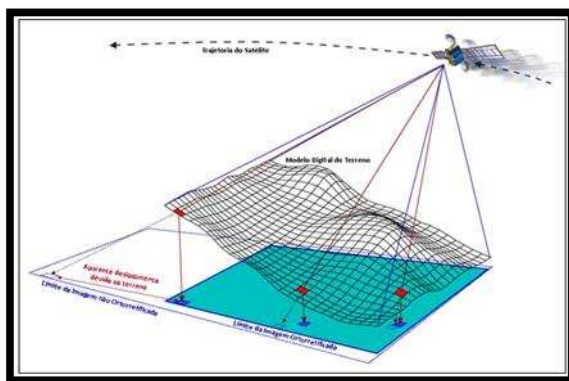



Fig 67 - efeito do deslocamento do terreno que ocorre devido a um pixel da imagem.

Para exemplificar a influência do efeito do deslocamento devido ao terreno em imagens de sensoriamento remoto, pode-se observar na Tab 12 uma lista de valores que, relacionam o deslocamento máximo dos pixels na imagem, de diferentes satélites/sensores, devido ao terreno, em função do máximo desnível do relevo existente na região imageada.

Satélite/ Sensor	R (Resolução Espacial em metros)	L (Largura da Faixa em Km)	H (Altitude da órbita em Km)	D (Deslocamento máximo em metros)			
				D=(L/2H)xh (h=desnível)	Se h=100m	Se h=200m	Se h=500m
CBERS 2B HRC	2,5	27,0	778	0,017352 h	1,73	3,47	8,67
CBERS 2B CCD	20	113,0	778	0,072622 h	7,62	14,52	36,31
SPOT 5 HRV Super Pan	2,5	60,0	882	0,036496 h	3,64	7,29	18,24
SPOT 5 HRV Pan	5,0	60,0	882	0,036496 h	3,64	7,29	18,24
SPOT 5 HRV Multi	10	60,0	882	0,036496 h	3,64	7,29	18,24
RapidEye	5,0	77,0	630	0,061111 h	6,11	12,22	30,55
IKONOS pan	1,0	11,0	680	0,008088 h	0,8	1,61	4,04
IKONOS Multi	4,0	11,0	680	0,008088 h	0,8	1,61	4,04
OrbView 3 Pan	1,0	8,0	470	0,008510 h	0,85	1,7	4,25
OrbView 3 Multi	4,0	8,0	470	0,008510 h	0,85	1,7	4,25
GeoEye 1 Pan	0,41	15,2	684	0,011111 h	1,11	2,22	5,55
GeoEye 1 Multi	1,65	15,2	684	0,011111 h	1,11	2,22	5,55
WorldView 2 Pan	0,46	16,4	770	0,010649 h	1,06	2,12	5,32
WorldView 2 Pan	1,8	16,4	770	0,010649 h	1,06	2,12	5,32

Tab 12 - Deslocamento máximo devido ao terreno para imagens de diferentes satélites/sensores.

Portanto, para que sejam extraídas medidas de distâncias ou áreas de forma confiável, é necessário que sejam utilizadas imagens ortorretificadas.

3.5 DADOS VETORIAIS

A representação computacional dos dados vetoriais é realizada por intermédio das componentes espaciais: pontos, linhas e polígonos (áreas), conforme pode ser observado na Fig 68. De forma simplificada, cada objeto existente no espaço geográfico é representado pela união desses componentes. Além disso, é possível associar atributos (componente descritiva) para as feições geométricas construídas

com essas primitivas (Por exemplo: nome, capacidade de carga, número de faixas de rolamento, tipo de cobertura do solo, revestimento de uma rodovia).

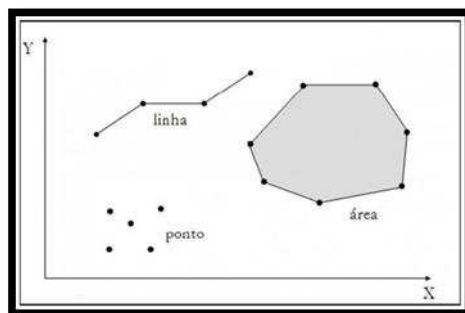



Fig 68 - Componentes Espaciais.

Segundo o Manual de Geoinformação (2014), a forma vetorial apresenta as seguintes vantagens sobre a matricial:

a) Tamanho do arquivo: para áreas iguais da superfície, o formato matricial apresenta arquivos maiores do que os vetoriais;

b) Nível do processo de produção do conhecimento: a representação na forma matricial se relaciona, normalmente, apenas aos dados geoespaciais, enquanto que na forma vetorial, se relaciona com informações geoespaciais;

c) Análise espacial (eficiência): embora seja possível a realização de análises espaciais com dados matriciais, sua eficiência é muito superior quando são utilizados dados vetoriais; e

d) Interpretação: a representação de um mesmo espaço na forma vetorial apresenta unicamente os elementos de interesse (já interpretados). Em uma imagem matricial todos os elementos existentes em uma superfície são representados (de interesse ou não), exigindo um esforço de interpretação do usuário. É importante que o pessoal destacado para o Grupo de Vetorização passe por um treinamento básico que apresente os principais conceitos das normas em vigor, bem como o fluxo de trabalho interno da seção e o manuseio dos softwares empregados.

A Fig 69 mostra um comparativo entre uma mesma região sendo representada por um arquivo matricial e um arquivo vetorial.

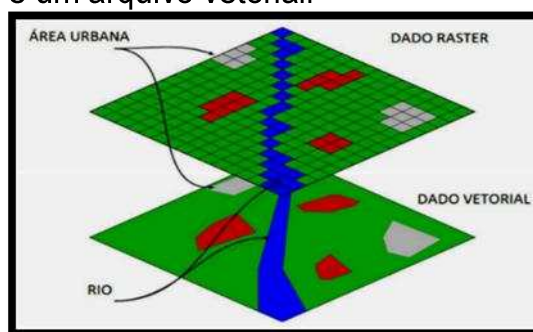



Fig 69 - Dados Matriciais e Vetoriais. Manual de Geoinformação (2014)

Na página do 1° CGEO (http://www.1cgeo.eb.mil.br/index.php/pagina-de-interesse) está disponível uma lista de sítios eletrônicos de instituições nacionais, que disponibilizam abertamente na internet o acesso a diversas bases de dados geoespaciais vetoriais, tais como: malhas rodoviária e ferroviária, terras indígenas, dentre outros. O emprego dessas bases de dados geoespaciais auxiliares e do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) podem apoiar diversas ações de

planejamento e execução de operações e a produção de geoinformação básica e temática de interesse para a Força Terrestre.

3.6 DADOS TABULARES

Para que haja conexão entre o dado gráfico e o dado tabular, três condições devem ser obedecidas:

1ª) Manter um relacionamento único entre dados gráficos sobre o mapa e registros na tabela de atributos;

2ª) Manter a ligação entre o dado gráfico e o registro por intermédio de um único identificador (id); e

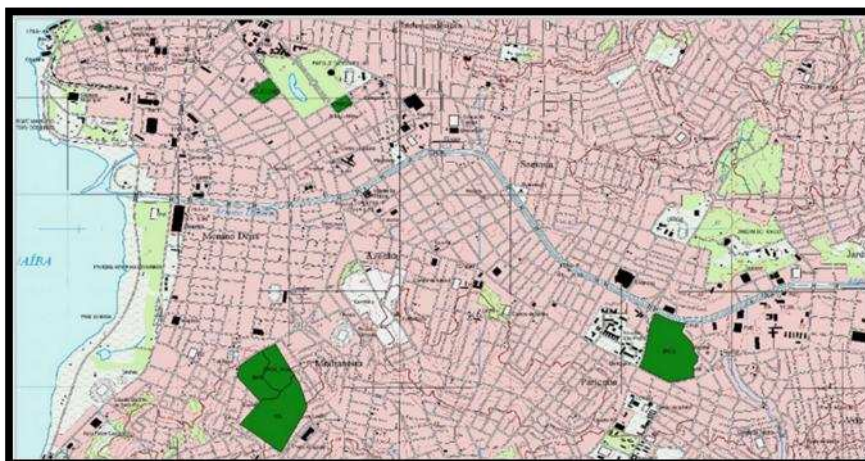
3ª) Manter o identificador armazenado fisicamente no arquivo que contém os dados gráficos e no arquivo que contém o correspondente registro da tabela de atributos.

Essas condições possibilitam a criação de novos mapas baseados em informação tabular que permitem realizar por exemplo, as seguintes operações:

-> apontando-se para uma representação sobre o mapa, identificar o geo-objeto e exibir uma lista de seus atributos; e

-> apontando-se para um registro na tabela de atributos, identificar o geo-objeto correspondente e realçar suas representações gráficas sobre o mapa.

Uma ferramenta muito empregada para tabulação de dados é o Banco de Dados e no caso de dados geoespaciais, os Bancos de Dados Espaciais (ou Geográficos). Embora existam diversos modelos de bancos de dados, em geral o modelo mais empregado em análises espaciais é o modelo relacional, pois este apresenta uma maneira conveniente de representar a realidade.

Um banco de dados relacional é composto por tabelas, nas quais são armazenadas informações sobre objetos. O conteúdo de uma linha da tabela, ou registro, representa um objeto com todas as suas características, e portanto cada objeto está relacionado a um (e apenas um) registro. Cada coluna, ou campo, se refere a uma propriedade ou atributo deste objeto. E ainda é possível que sejam estabelecidos relacionamentos entre diferentes tabelas, baseados em um campo comum entre as mesmas, de modo que seja possível consultar atributos de um objeto que estejam armazenados em tabelas diferentes. A Figa 70 apresenta uma carta matricial da cidade de Porto Alegre, com um arquivo vetorial representando as Organizações Militares, na cor verde. Já a Fig 71 apresenta a tabela de atributos relacionada a essa camada vetorial, a qual nos trás informações como o CODOM, o nome e o Comandante da OM, Estado, Município, efetivo, área e perímetro da OM.

Figa 70 - Dados matriciais e vetoriais

	CODOM	NOME_OM	COMANDANTE	QM	ESTADO	MUNICÍPIO	EFETIVO	PERIM(M)	ÁREA(m2)
0	1	1DL	TC CORREIA	QEM	RS	PORTO ALEG	237	2116.30	232489.00
1	2	3BPE	TC FULANO	INF	RS	PORTO ALEG	652	1532.50	102569.00
2	3	CPOR_POA	CEL SICLAN	ENS	RS	PORTO ALEG	638	1267.50	83489.00
3	4	CMPOA	CEL BELTRA	ENS	RS	PORTO ALEG	762	543.31	17613.00
4	5	3RCG	TC XIX	CAV	RS	PORTO ALEG	589	2034.10	248979.00
5	6	QG CMS	GEN GAUCHO	CMDO	RS	PORTO ALEG	289	237.71	3223.10
6	7	POLICLINIC	TC DOC	SAÚ	RS	PORTO ALEG	289	787.92	38295.00
7	8	HMAPA	GEN MEDICO	SAU	RS	PORTO ALEG	876	836.19	41212.00

Fig 71 - Dados Tabulares

3.7 GEORREFERENCIAMENTO

Georreferenciamento, num sentido mais amplo, pode ser entendido como referenciar algo em relação à Terra. Georreferenciamento de uma carta, mapa, imagem aérea ou imagem de satélite é tornar as coordenadas dessa carta ou mapa conhecidas num sistema de referência previamente determinado. Deve ser estabelecida a relação matemática entre o sistema de coordenadas da imagem (linha, coluna) e o sistema de projeção cartográfica pré-determinado (no qual a carta foi construída), possibilitando que ao se usar uma imagem, determine-se imediatamente as coordenadas no sistema de projeção cartográfica. Este processo inicia-se com a obtenção das coordenadas de pontos da carta a serem georreferenciados, conhecidos como pontos de controle. Os pontos de controle são locais que oferecem uma feição física do terreno perfeitamente identificável, tal como intersecções de estradas e de rios, represas, pistas de aeroportos, edifícios proeminentes, topos de montanha, entre outros. A obtenção das coordenadas dos pontos de controle pode ser realizada em campo (a partir de levantamentos topográficos), ou outros mapas (em papel ou digital), previamente georreferenciados.

O procedimento metodológico é selecionar ao menos doze pontos de controle para realizar o georreferenciamento. Deve-se coletar as coordenadas de cada ponto de controle no sistema de referência escolhido e listá-los em uma planilha. Cada um desses pontos deve ser facilmente identificado na carta. Sugere-se inicialmente pegar

4 pontos o mais próximo possível aos cantos da folha. Após listar os pontos de controle em uma planilha, listam-se os mesmos pontos de controle, agora no sistema de projeção cartográfica previamente escolhido. Com os pontos de controle no sistema de coordenadas da imagem e no sistema de projeção cartográfico, determina-se a relação matemática entre esses dois sistemas (Fig 72). Após determinada essa relação, pode-se determinar automaticamente as coordenadas de qualquer ponto no sistema de projeção cartográfica a partir das coordenadas no sistema da imagem (Fig 73). Esse procedimento é realizado de forma automática pelo software QGIS, o que será abordado posteriormente.

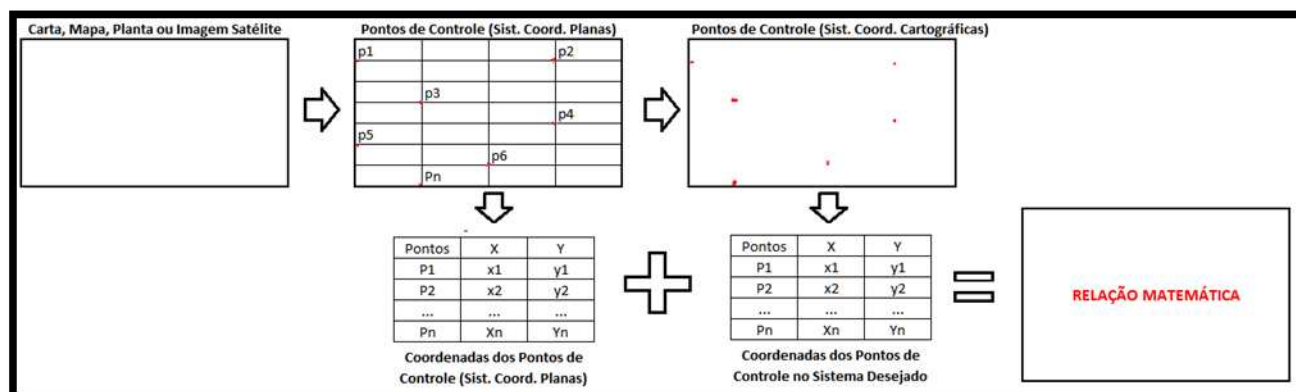



Fig 72 - Relação Matemática.

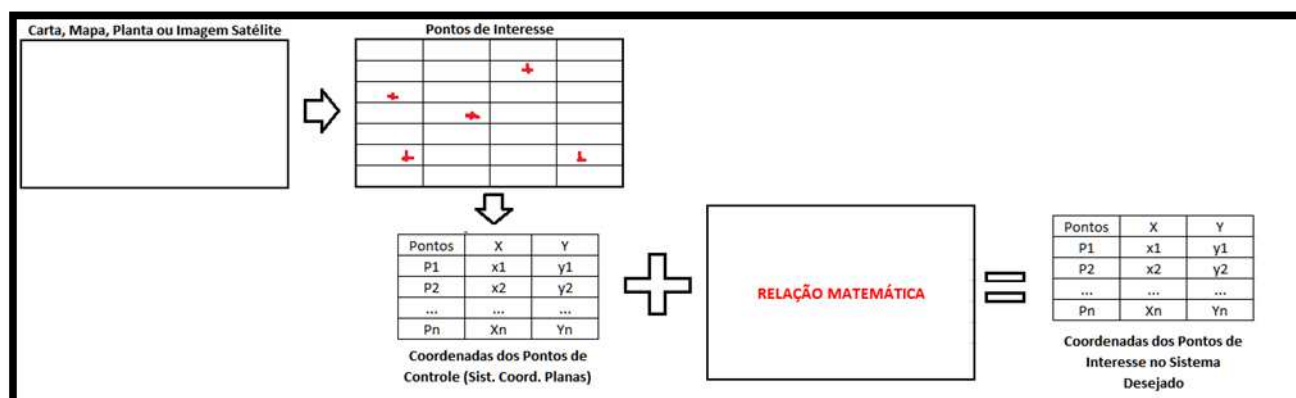



Fig 73 - Georreferenciamento.

CAPÍTULO IV
QGIS: INSTALAÇÃO E EMPREGO BÁSICO

4.1 INSTALAÇÃO DO SOFTWARE

O QGIS é um software de geoprocessamento multiplataforma, de licença livre e altamente customizável. Por este motivo, foi adotado como software oficial da linha de produção da DSG. Ele encontra-se disponível para descarga para os mais variados sistemas operacionais pelo endereço eletrônico: http://qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html.

4.1.1 INSTALAÇÃO BÁSICA NO SISTEMA OPERACIONAL WINDOWS

a)Selecione a versão correspondente ao seu sistema operacional (32 ou 64 bits) e baixe o aquivo executável do QGIS, conforme Fig 74.

OBSERVAÇÃO: Caso a versão escolhida não seja a mesma do Sistema Operacional (SO), poderão ocorrer erros na instalação e durante a execução do software. Para saber qual a versão do SO, acesse: Menu Iniciar> Painel de Controle > Sistema e Segurança > Sistema.

Fig 74 - Baixar o software.

b)Dê um duplo clique no arquivo baixado para executar o instalador. Clique no botão próximo (Fig75)

c)Concorde com o acordo de licença (Fig 76)

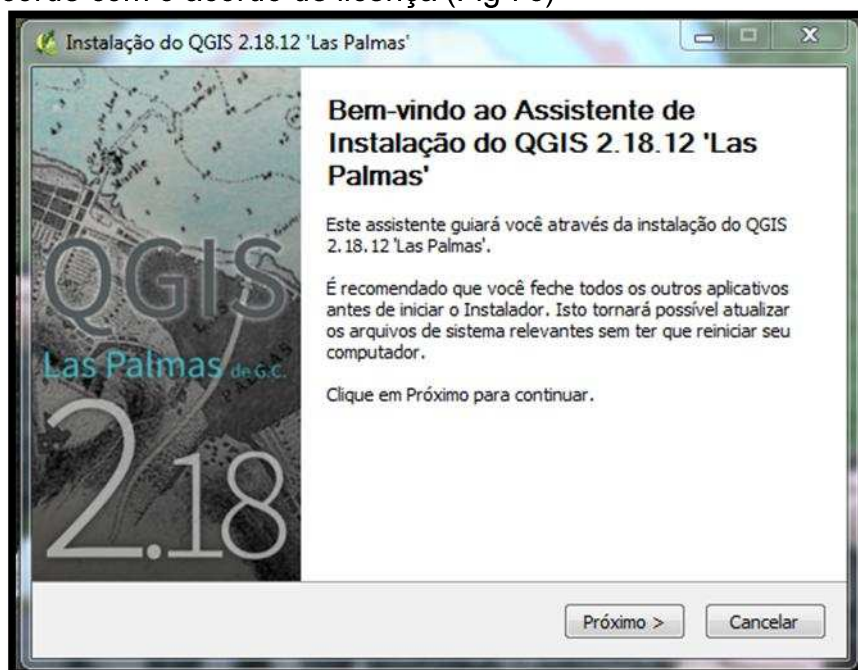



Fig75 - Tela inicial do QGIS.

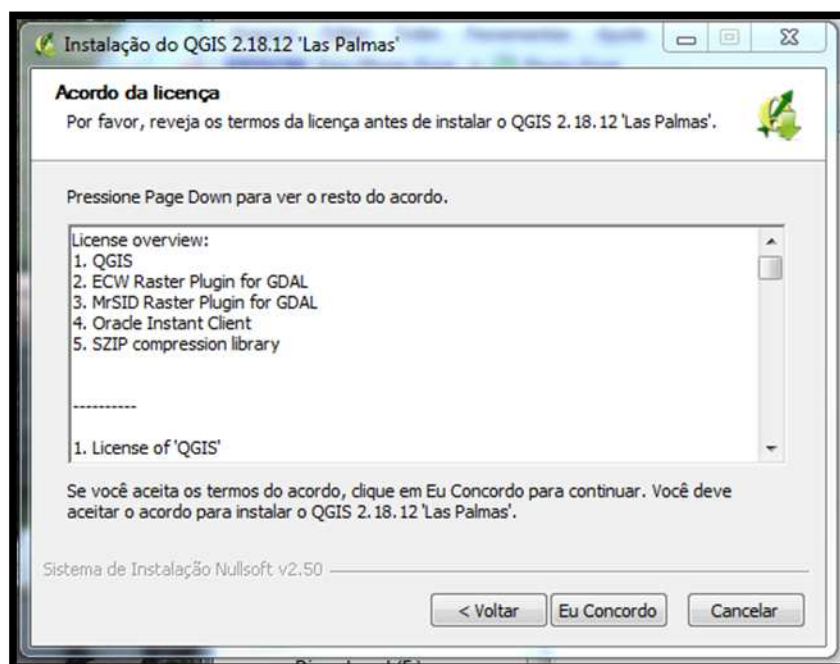



Fig 76 - Acordo de licença do QGIS

d) Clique em Instalar (Fig 77). Não é necessário selecionar nenhuma outra opção.

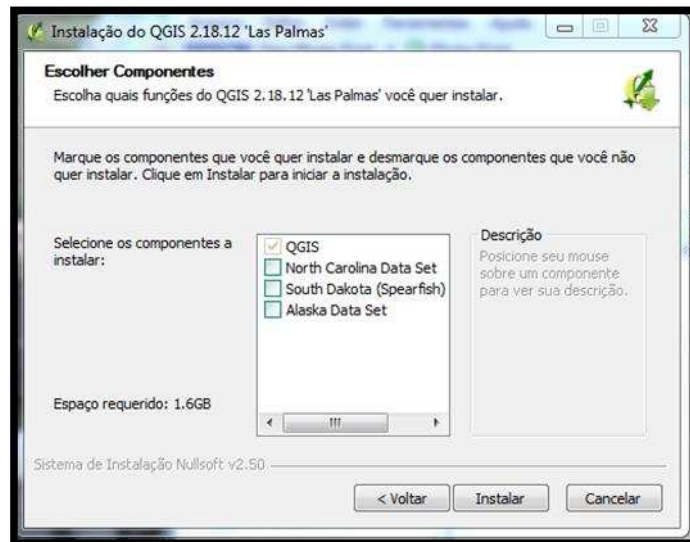



Fig 77 - Instalar o QGIS

Clique em Terminar (Fig 78)

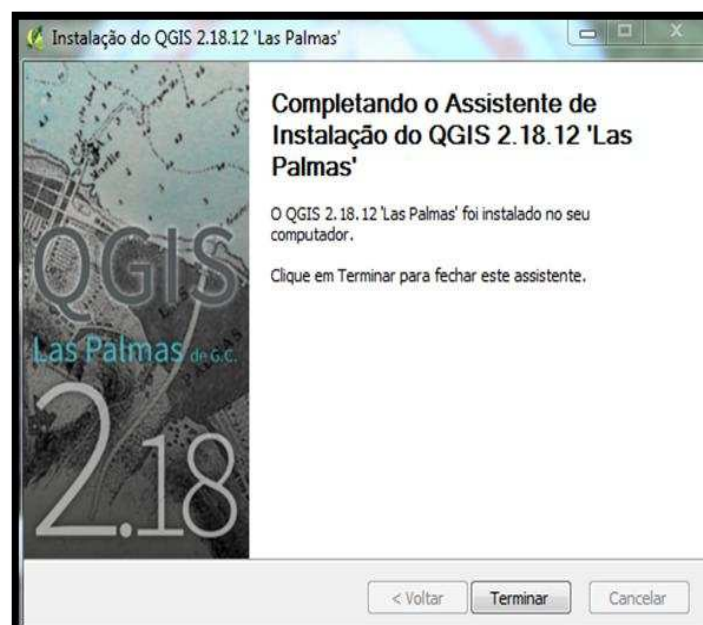



Fig 78 - Finalizar instalação do QGIS

4.1.2 INSTALAÇÃO AVANÇADA NO SISTEMA OPERACIONAL WINDOWS

Efetue o download do instalador **OSGeo4W** segundo a versão do seu sistema operativo (32/64bits) utilizando o seguinte endereço web: *http://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html*

Deve-se executar o instalador e escolher como tipo de instalação a opção *"Advanced install".* Nas seguintes opções, deverá proceder segundo as instruções abaixo:

- Selecionar a opção "*Install from internet*";
- Aceitar o diretório C:\OSGeo4w como o local de instalação do software;
- Aceitar o local proposto para guardar os diretórios de instalação;
- Definir o tipo de ligação para que o instalador possa acessar à internet. Inserir o proxy previsto para conexão à internet;
- Assim que os pacotes de instalação forem carregados, como mostra a Fig 79, serão mostradas as várias opções a instalar;

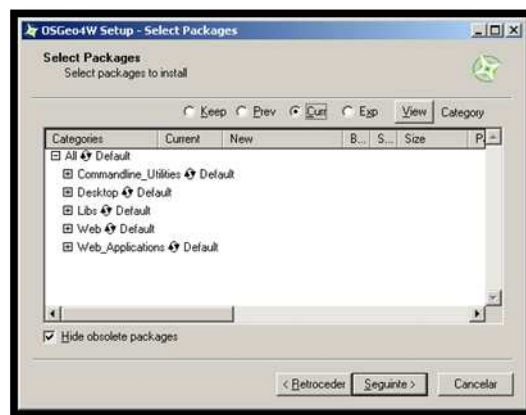



Fig 79 - Instalação Avançada do QGIS.

- Clique no botão "+" da opção "*Commandline_Utilities*" e depois em cima de "*Skip*" para a opção "*setup:OSGeo4W Installer/Updater*". Esta opção permitirá criar no menu OSGeo4W uma entrada designada por Setup, a qual permitirá depois acessar de forma rápida este instalador;
- Clique novamente no botão "+" da opção Desktop e selecione "qgis:QGIS Desktop" para instalar a versão corrente do QGIS;
- Na secção Libs verifique se está ativa a opção "*qgis-grass-plugin*". Esta opção permite ativar o plugin GRASS GIS para trabalhar dentro do QGIS;
- Por fim, clique no botão "Seguinte" e aguarde enquanto o instalador procede à instalação do QGIS;
- No final de todo o processo, clique em "Concluir". No menu Iniciar>Programas>OSGeo4W escolha a opção QGIS Desktop 2.X.

Para atualizar o QGIS, deve-se iniciar o Setup do OSGeo4W existente no menu Iniciar>Programas>OSGeo4W. Aceite todas as opções até à secção de pacotes de instalação. Uma vez aqui, deve-se verificar se existem atualizações ao QGIS. Se existirem, basta selecioná-las e prosseguir com a instalação.

4.1.3 INSTALAÇÃO NO SISTEMA OPERACIONAL LINUX – DEBIAN

Adicione as linhas para um dos repositórios para o seu */etc/apt/sources.list*:

```
deb     *repository* *codename* main
deb-src *repository* *codename* main
```

Exemplo última versão para Debian Jessie:

```
deb     http://qgis.org/debian jessie main
deb-src http://qgis.org/debian jessie main
```

Exemplo última versão para Debian Jessie (QGIS LTR):

```
deb     http://qgis.org/debian-ltr jessie main
deb-src http://qgis.org/debian-ltr jessie main
```

Digite os comandos abaixo no terminal para importação da chave pública:

```
wget -O - http://qgis.org/downloads/qgis-2016.gpg.key | gpg --import
gpg --fingerprint 073D307A618E5811
gpg --export --armor 073D307A618E5811 | sudo apt-key add -
```

Depois digite:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install qgis python-qgis qgis-plugin-grass saga
```

4.1.4 INSTALAÇÃO NO SISTEMA OPERACIONAL LINUX – UBUNTU

Adicione as linhas para um dos repositórios para o seu */etc/apt/sources.list*:

```
sudo add-apt-repository 'deb     http://qgis.org/debian trusty main'
```

Em seguida vamos adicionar a chave de autenticação para este repositório:

```
gpg --keyserver keyserver.ubuntu.com --recv DD45F6C3
gpg --export --armor DD45F6C3 | sudo apt-key add -
```

Para aqueles que estiverem em uma conexão com proxy, então é necessário modificar o comando para que o ubuntu a importação da chave utilizando o proxy.

```
sudo apt-key adv --keyserver-options http-proxy=http://proxy.furg.br:3128/ --keyserver keyserver.ubuntu.com --recv DD45F6C3
```

Com o novo repositório adicionado, basta então atualizar a lista de repositório do sistema e então instalar os pacotes a seguir.

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install qgis python-qgis
```

4.1.5 VERSÕES DO QGIS

Desde o QGIS 2.0 o desenvolvimento está definido numa evolução baseada numa escala temporal, da seguinte forma:

- Os números ímpares da versão (2.1, 2.3, etc) são versões de desenvolvimento.

- Os números pares da versão (2.2, 2.4, etc) são versões de lançamento.

O lançamento acontece de quatro em quatro meses. Os primeiros três meses são dedicados ao desenvolvimento, logo em seguida é feito o congelamento das características e o mês final é usado para testes, correção de erros, tradução e preparações para o lançamento. Quando é feito o lançamento, um ramo com o número par de lançamento é criado e o ramo master avança para a próxima versão ímpar. Após o lançamento é feita a chamada para o packaging.

Sempre a cada terceiro lançamento (iniciando na versão 2.8), teremos uma versão de longo tempo de lançamento (LTR) que será mantida até a próxima edição LTR.

Na fase de desenvolvimento, os programadores trabalham em novas funcionalidades para o próximo lançamento. Os usuários podem usar compilações para ver o progresso do desenvolvimento, fazer testes preliminares e fornecer relatórios de erros e sugestões para ajudar no desenvolvimento.

Na fase de congelamento de atualizações, novas funcionalidades não são mais permitidas e o foco dos programadores se torna a estabilização da versão do QGIS.

Usuários devem iniciar testes intensivos destes pré-lançamentos para verificar o aparecimento de erros que devam ser corrigidos na versão a ser lançada. Todos erros devem ser reportados. Tudo o que não for notado continuará na próxima versão. Apenas em casos de problemas muito sérios serão feitos ajustes antes de uma nova versão.

No congelamento de recursos os desenvolvedores começam a trabalhar na correção dos problemas relatados. Os arquivos de tradução são atualizados para que os tradutores possam começar o seu trabalho.

Recomenda-se fortemente que os usuários baixem e instalem as versões de longo tempo de duração (LTR).

4.2 INSTALAÇÃO DE *PLUGINS*

Uma das grandes vantagens do QGIS é a possibilidade de instalação de plugins (complementos). Isso permite ao usuário personalizar o software de acordo com as suas necessidades, suprimindo ícones desnecessários.

Para o emprego militar, faz-se necessário instalar os seguintes plugins:

- Attribute based clustering;
- Azimuth And Distance Calculator;
- CadTools;
- Captura de Coordenadas;
- Cluster Points (disponível apenas em https://github.com/jjenkner/ClusterPoints);
- Evis;
- DSGTools;
- GeoCode;
- Qgis2threejs;
- QGIS Maker Cluster Plugins;
- MMQGIS;
- Numerical Digitalize;
- Profile Tools;
- QuickMapServices; e
- Viewshed Analysis.

Acesse na aba de menu, Complementos / Gerenciar e Instalar Complementos (Fig 80).

Fig 80 - Barra Complementos

Antes de iniciar a instalação propriamente dita dos plugins, vá em Complementos > Opções > "Mostrar também os complementos experimentais", selecionando essa opção. Após feita essa configuração, selecione o complemento e clique em instalar complemento (Fig 81).

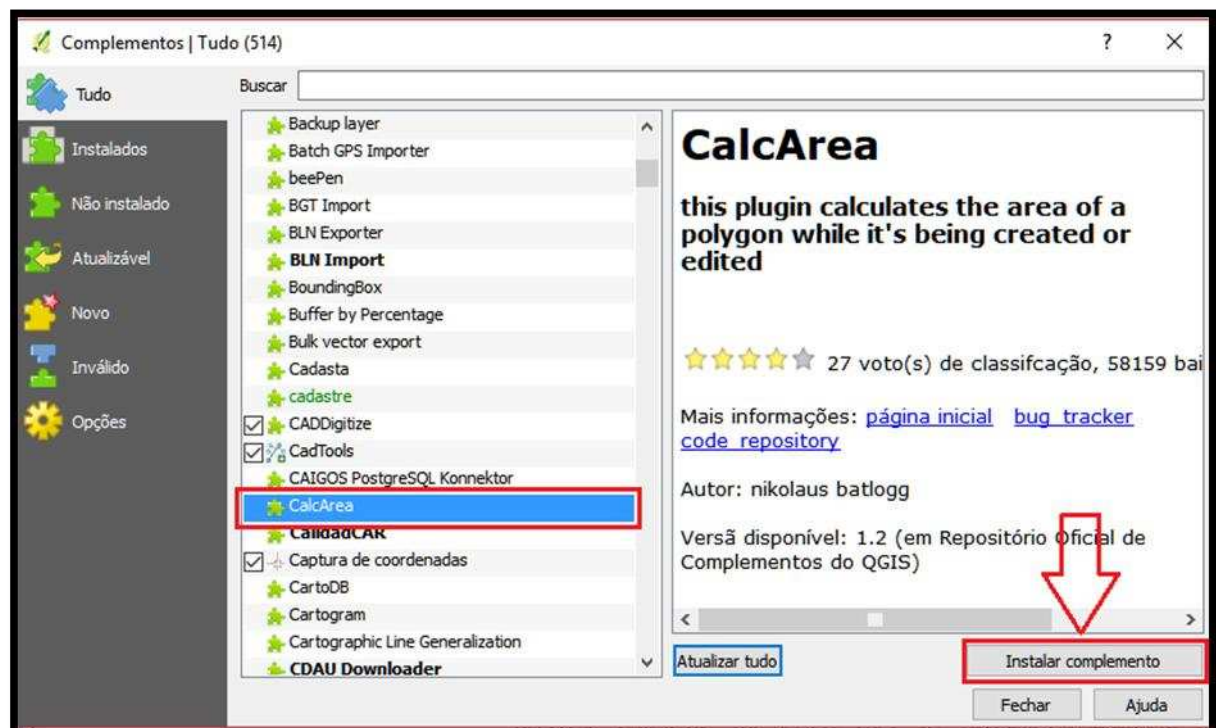



Fig 81 – Instalação de Complementos.

Repita os passos para os complementos desejados. A lista apresentada, mostra os complementos mais importantes.

4.2.1 INSTALAÇÃO DO PLUGIN DSGTOOLS

A instalação do Plugin DSGTools segue o apresentado na seção anterior. A figura a seguir apresenta a seleção do plugin na caixa de instalação de complementos, conforme pode ser observado na Fig 82. Para isso deve-se digitar "DSG" no campo "Busca".

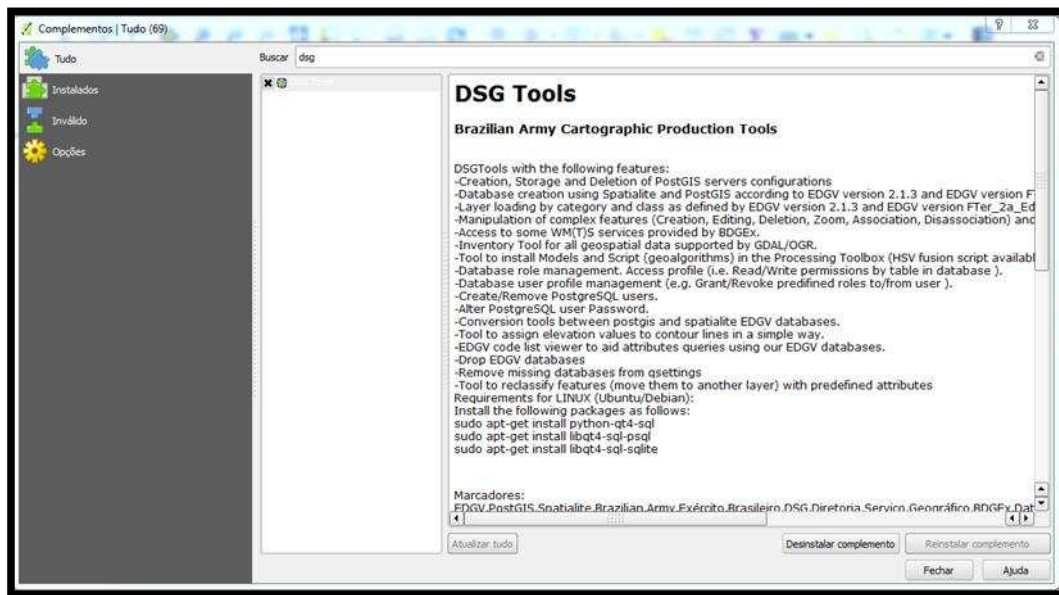



Fig 82 - Complemento DSGTools.

Após instalado será habilitada uma nova aba no QGIS, entitulada “Ferramentas DSG”, a qual apresentará as ferramentas disponíveis pelo plugin recém instalado. Dentre as ferramentas disponíveis, as que merecerão destaque para emprego pela tropa combatente são: BDGEx e Ferramentas Militares, conforme Fig 83.

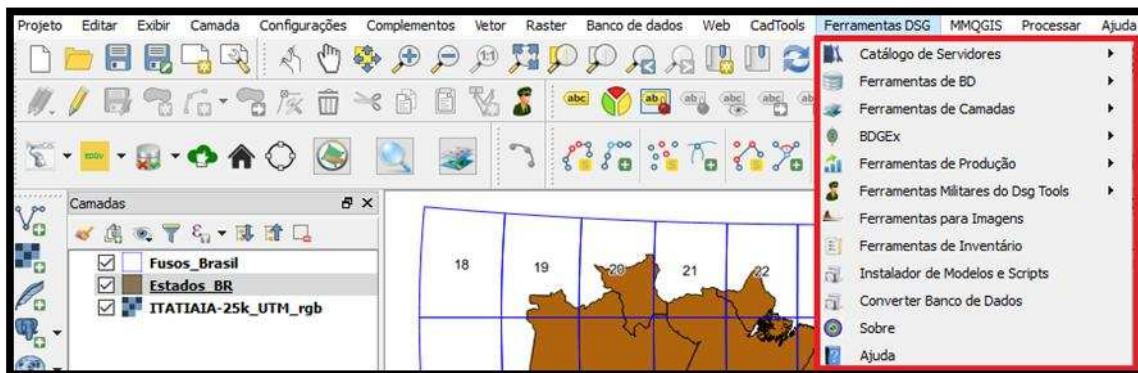



Fig 83 - Ferramentas DSG.

Seguindo o caminho Ferramentas DSG > BDGEx > Cartas Topográficas serão apresentadas as escalas 1:25k, 1:50k, 1:100k e 1:250k e ao se clicar em uma dessas escalas, uma camada com todas as cartas desta escala, carregadas no BDGEx será disponibizada no QGIS via conexão com a internet. As cartas podem ser acessadas, visualizas, navegadas, contudo não podem ser baixadas. Estas cartas são as versões mais atuais disponíveis e encontram-se mosaicadas, de forma que o militar deve conhecer previamente a área de interesse para procurar sua carta, ou procurá-la por coordenadas conhecidas.

4.2.2 INSTALAÇÃO DO PACOTE OPERACIONAL DO PLUGIN DSGTOOLS

Para instalação do pacote operacional do plugin DSGTools deve-se, primeiramente ter baixar o arquivo “dsgtoolsop.zip” pela ebnet através do site

http://wiki.dsg.eb.mil.br/doku.php?id=corpotropa:dsgtoolsop, conforme Fig 84. Deve-se sempre verificar o lançamento de novas versões com mais funcionalidades no site supracitado.

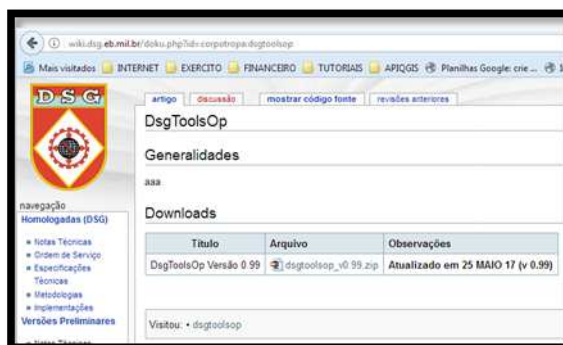



Fig 84 – Página da Wiki DSG.

Este arquivo, dsgtoolsop.zip, não deve ser descompactado ele deve ser acessado pelo complemento DSGTools, pelo seguinte caminho: Ferramentas DSG > Ferramentas Militares > Instalador DSGToolsOp, escolhendo o arquivo dsgtoolsop.zip na pasta em que ele foi salvo na máquina do usuário, conforme Fig 85.

Fig 85 - Pacote Operacional do DSGTools.

Após carregar este arquivo no DSGTools, o mesmo apresentará as ferramentas operacionais, conforme pode ser visto na Fig 86.

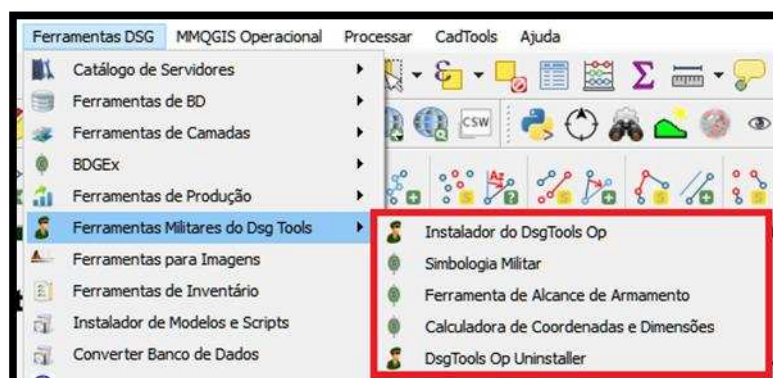



Fig 86 - Ferramentas militares do DSGTools.

4.3 EXPLORANDO O QGIS

O QGIS possui uma interface amigável, apresentando diversos atalhos em sua área de trabalho. A Fig 87 apresentará a interface da versão 2.8 do *software*.

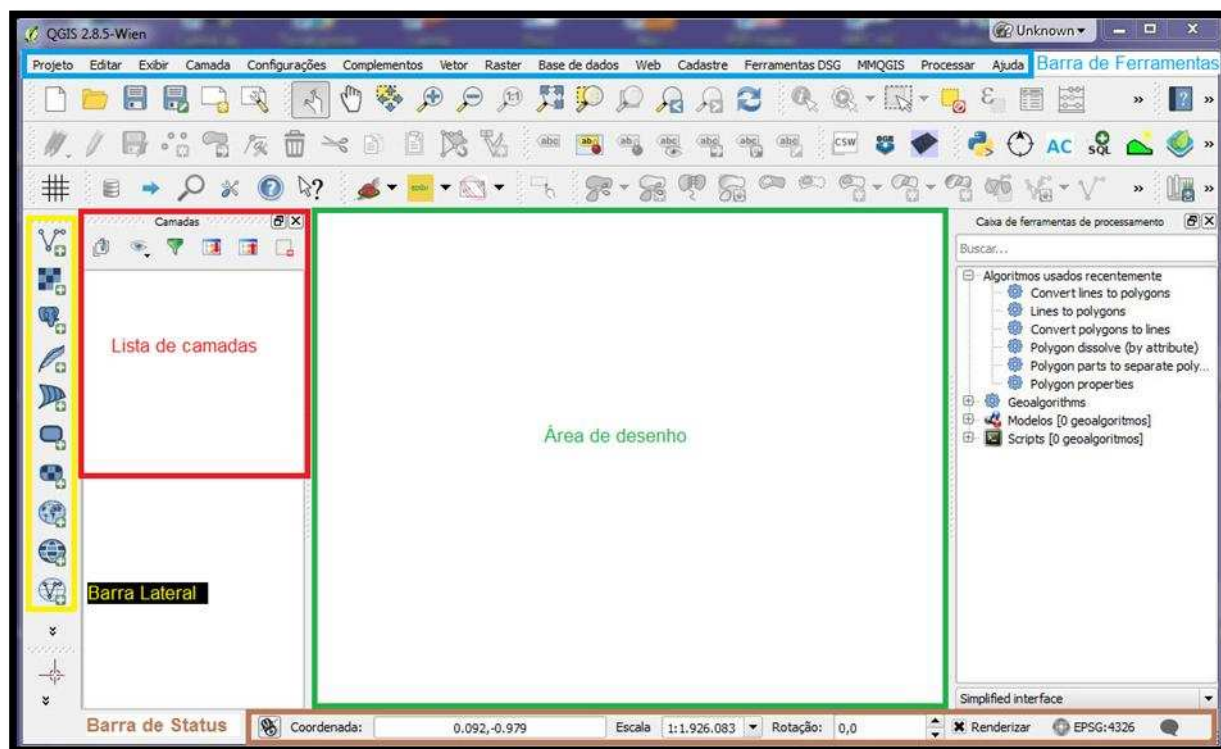



Fig 87 - Área de trabalho do QGIS.

A área de trabalho apresentada na Fig 87 possui cinco campos distintos, os quais abordaremos a seguir:

- Lista de camadas: apresenta as camadas disponíveis ao usuário (em vermelho);
- Barra de Ferramentas: as principais ferramentas e *plugins* ficam disponíveis neste espaço (em azul na figura);
- Área de Desenho: apresenta a visualização das camadas selecionadas (em verde);
- Barra de Status: apresenta informações sobre o projeto (em marrom na figura);
- Barra de Ferramentas lateral: atalhos para as principais ferramentas e *plugins* (em amarelo).

4.4 PRINCIPAIS FERRAMENTAS DO QGIS

A barra de ferramentas lateral pode ser personalizada, mas possui algumas ferramentas que merecem ser destacadas, as quais são apresentadas na Fig 88.

Ícone	Descrição
	Adicionar Camada Vetorial
	Adicionar Camada Matricial
	Conexão com Banco de Dados PostGIS
	Criação de Camada a partir de arquivo CSV
	Criação de Camada Vetorial
	Captura de Coordenadas da área de desenho

Fig 88 - Ferramentas QGIS.

As ferramentas de adição de camadas matriciais e vetoriais serão melhor abordadas nos tópicos 4.6 e 4.7, respectivamente. A conexão com banco de dados será abordada no capítulo V, ao passo que criação de camada vetorial no tópico 4.7.1 e criação de camada a partir de arquivo CSV no tópico 6.4.2.

4.5 CRIAÇÃO DE UM PROJETO

Para criação de um projeto, acesse na Barra de Menu > Projeto > Novo (ou pelo atalho Ctrl+N), ou abra um projeto existente, conforme a figura a seguir.

Fig 89 - Criando um Novo Projeto no QGIS

É de suma importância criar e salvar projetos no QGIS. Além de evitar a perda de material, é o projeto que salva os estilos e configurações dos trabalhos realizados. Os arquivos matriciais e vetoriais não guardam informações de estilos. Veja mais sobre estilos na seção 0.

Para definição de um projeto acesse na Barra de Menu > Projeto > Propriedades do Projeto (ou pelo atalho Ctrl+Shift+P), conforme Fig 90 a seguir.

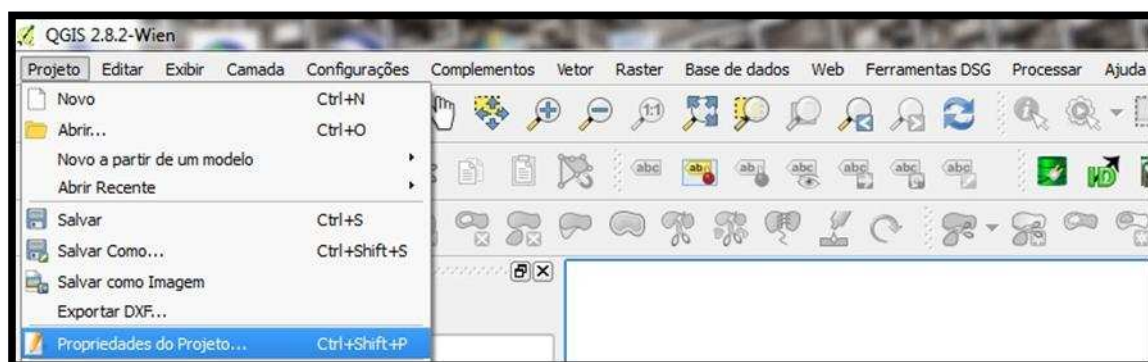



Fig 90 - Acessando as propriedades do projeto.

.

Na janela “Propriedades do Projeto”, selecione Geral no menu lateral esquerdo. Preencha os campos como indicado a seguir:

- Título do Projeto: Defina um título, um nome para seu projeto;

- Em “Salvar caminhos”: selecione “relativo”. Isso faz com que você possa encontrar o arquivo caso mude ele de lugar dentro do computador;

- Elipsóide: Escolha o elipsóide desejado;

- Unidades de tela: Sugere-se empregar a unidade “metros” como unidade padrão. Por fim pressione o botão aplicar, conforme apresentado na Fig 91.

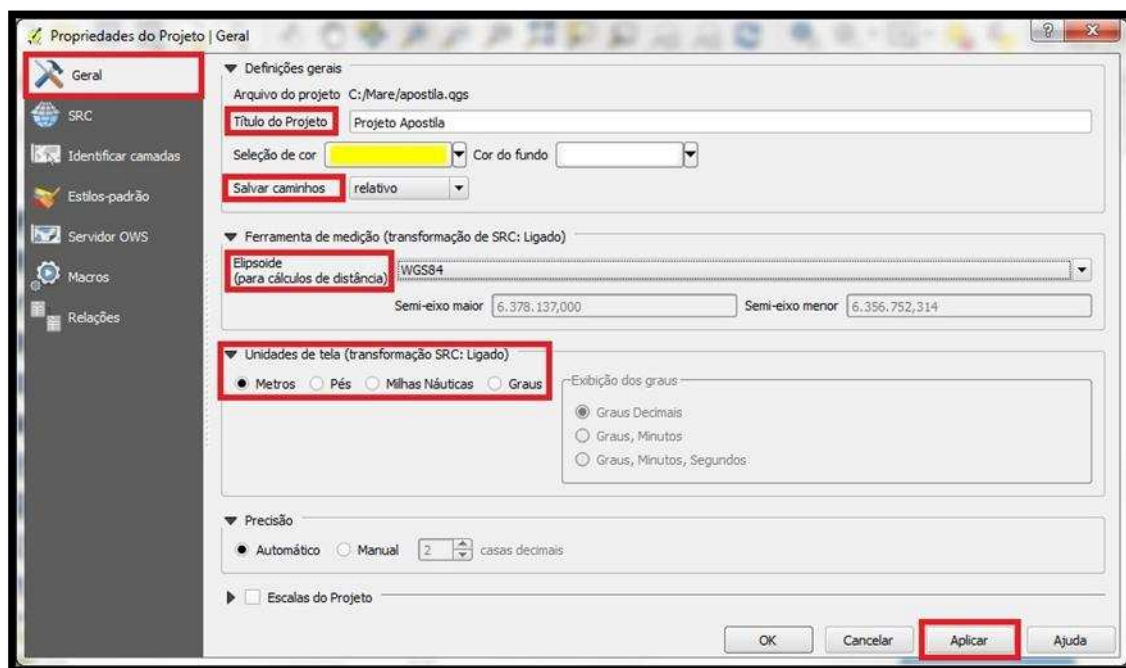



Fig 91 - Propriedades do Projeto.

Ainda na janela Propriedades do Projeto, selecione SRC no menu lateral esquerdo. Marque a opção Habilitar transformação SRC “on the fly”, selecione o Sistema de Referência de Coordenadas para o projeto e por fim, pressione os botões “Aplicar” e “OK”.

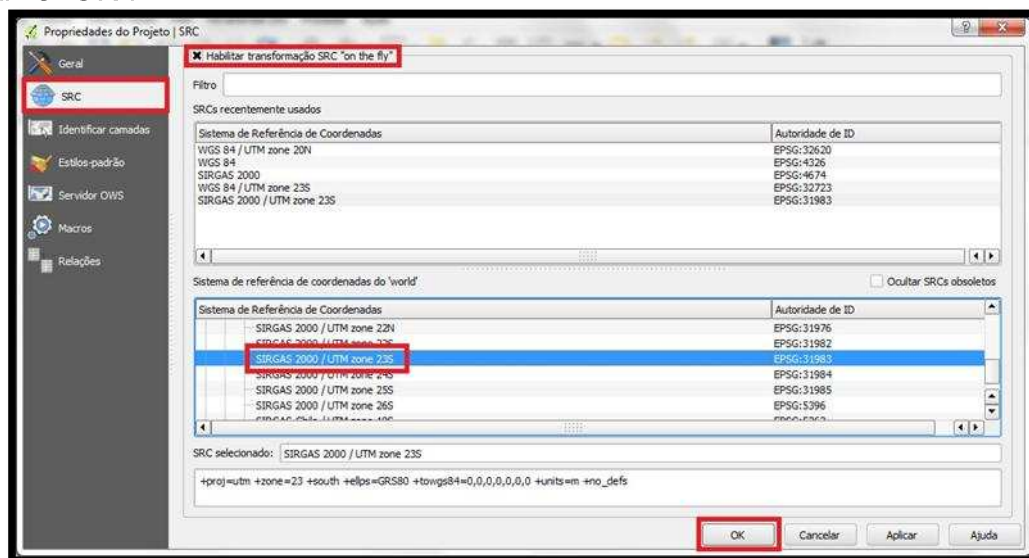



Fig 92 - SRC do Projeto no QGIS

Para seleção do SRC, o QGIS permite que o usuário pesquise por intermédio da aba “filtro”. A pesquisa pode ser feita inserindo o fuso desejado, por exemplo “22S”, o datum, por exemplo, “SIRGAS2000” ou o EPSG. O EPSG associado é um número que busca facilitar a identificação do Sistema de Referência desejado. O código EPSG é uma padronização dos Sistemas de Referência de Coordenadas do mundo formalizada

pela organização European Petroleum Survey Group (EPSG). Uma projeção de qualquer parte do globo pode ser identificada por intermédio do padrão EPSG.

4.6 IMPORTAÇÃO DE ARQUIVOS MATRICIAIS

Para adicionar arquivos matriciais o procedimento é ir na aba Camadas > Adicionar camada > Adicionar camada raster ou clicar no botão de atalho. Após isso aparecerá uma janela para busca do arquivo desejado. No botão "formatos" acima do botão "abrir" aparecerá a lista de formatos de arquivos matriciais suportados, conforme Fig 93, onde encontram-se destacado o formato ".TIFF". Escolha o formato e o arquivo desejados.

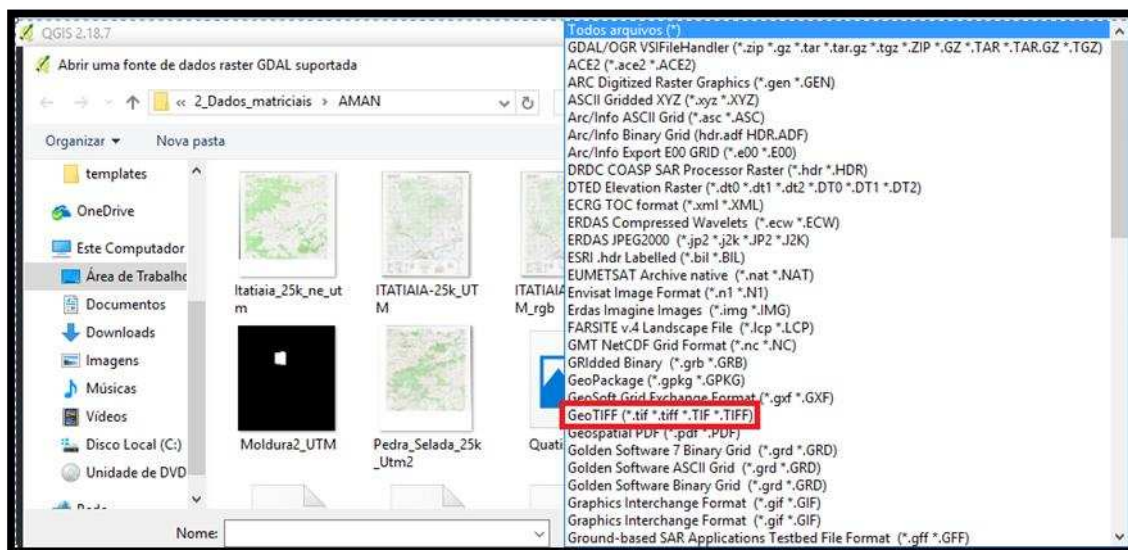



Fig 93 - Inserindo Arquivos Matriciais no QGIS.

4.6.1 CONFIGURAÇÕES GERAIS DOS ARQUIVOS MATRICIAIS

As configurações dos arquivos matriciais se assemelham às configurações dos arquivos vetoriais, dispondo de uma barra lateral com os seguintes botões: Geral, Estilo, Transparência, Pirâmides, Histograma, Metadata e Legenda, conforme pode ser visto na Fig 94. Observe que nesta figura, a aba "Geral" está em destaque e suas informações serão abordadas a seguir.

- Nome da camada: Nome do arquivo martricial;
- Exibida como: Nome que aparece na lista de camadas do QGIS;
- Fonte da camada: Caminho da camada no computador;
- Sistema de referência de coordenadas: Sistema de referência da camada;
- Escala dependente da visibilidade: Usado para ocultar elementos em determinadas escalas;
- Estilo: Botão de salvamento e carregamento de estilos.

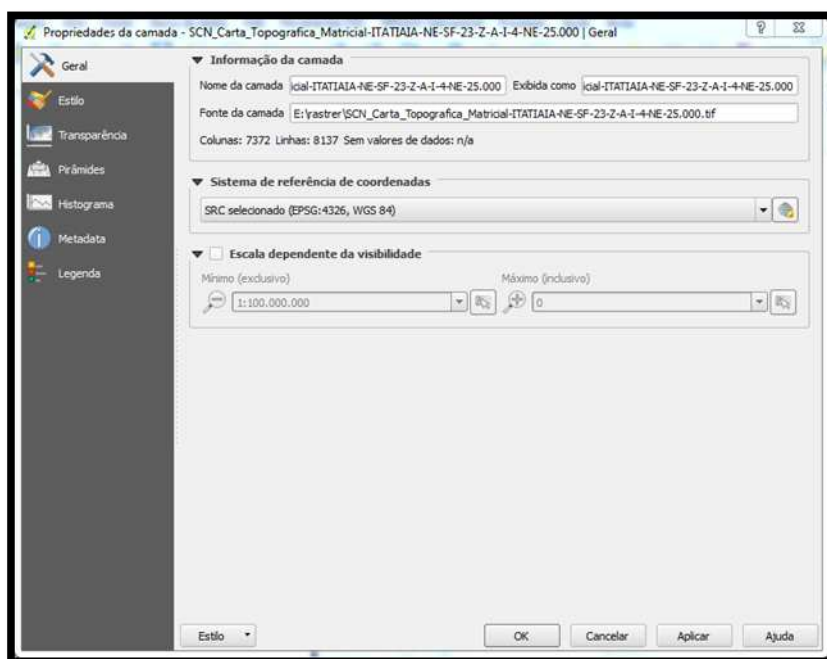



Fig 94 - Propriedades de Camada Matricial.

As abas Estilo, Pirâmides, Histograma, Metadata e Legenda serão abordadas ao longo do caderno de instrução, quando as mesmas forem ser empregadas.

4.6.2 SALVANDO ARQUIVOS MATRICIAIS COM OUTRO SRC

Há um complemento para reprojetar um arquivo matricial, contudo há uma forma ainda mais simples de se alterar um sistema de coordenadas de um arquivo matricial. Basta salvá-lo com outro nome, no SRC desejado, clicando com o botão direito na camada e escolhendo “Salvar Como...”, conforme pode ser visto na Fig 95.

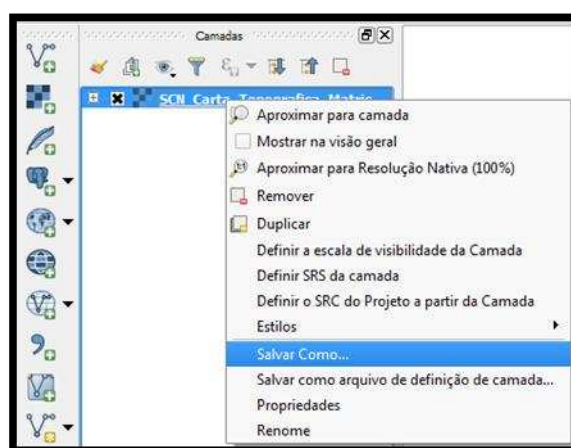



Fig 95 - Salvando Arquivo Matricial com SRC diferente.

Após isso, deve-se escolher os parâmetros desejados, como será apresentado a seguir.

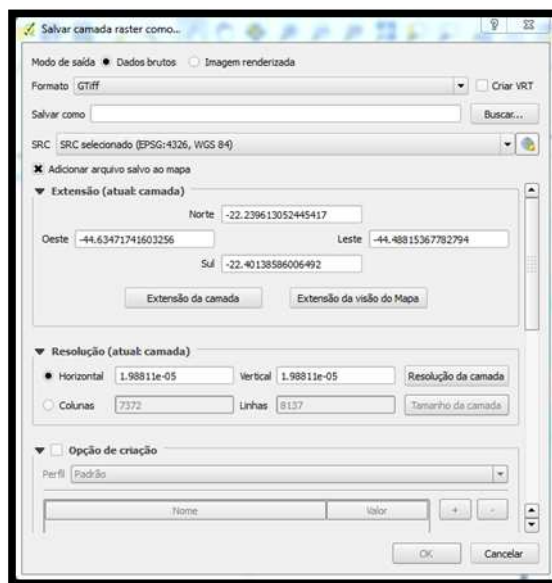



Fig 96 - Definições da Camada Matricial.

- Modo de saída: Manter dados brutos ou escolher padrão RGB, caso não seja;
- Formato: Manter GTiff;
- Salvar como: Escolher o nome do novo arquivo. Sugere-se botar o nome atual com o SRC escolhido ao final. Exemplo: Itatiaia_4326;
- SRC: Clicar no ícone à direita e escolher o SRC do novo arquivo a ser criado;
- Adicionar arquivo ao mapa: Manter marcado;
- Demais itens: Não alterar.

4.7 IMPORTAÇÃO DE ARQUIVOS VETORIAIS

Conforme visto na seção 0, os arquivos vetoriais são a representação computacional do mundo real, realizada por intermédio das componentes espaciais: pontos, linhas e polígonos. O QGIS suporta uma grande variedade de formatos de arquivos vetoriais, como pode ser observado na Fig 97, dentre os quais se destaca o formato “Arquivo shape ESRI” ou simplesmente “shapefile”. Para adicionar arquivos vetoriais o usuário deve ir na aba camada > adicionar camada > adicionar camada vetorial, ou clicar no botão de atalho. Será aberta uma janela de procura de arquivos conforme apresentado a seguir.

Todos arquivos (*)
GDAL/OGR VSIFileHandler (*.zip *.gz *.tar *.tar.gz *.tgz *.ZIP *.GZ *.TAR *.TAR.GZ *.TGZ)
Armazenamento e troca de Formato (*.sxf *.SXF)
Arquivo MapInfo (*.mif *.tab *.MIF *.TAB)
Arquivo shape ESRI (*.shp *.SHP)
Atlas BNA (*.bna *.BNA)
AutoCAD DXF (*.dxf *.DXF)
Cobertura Arc/Info ASCII (*.e00 *.E00)
ESRI Personal GeoDatabase (*.mdb *.MDB)
GPS eXchange Format [GPX] (*.gpx *.GPX)
Generic Mapping Tools [GMT] (*.gmt *.GMT)
GeoJSON (*.geojson *.GEOJSON)
GeoPackage (*.gpkg *.GPKG)
GeoRSS (*.xml *.XML)
Geoconcept (*.gxt *.txt *.GXT *.TXT)
Geography Markup Language [GML] (*.gml *.GML)
INTERLIS 1 (*.itf *.xml *.ili *.ITF *.XML *.ILI)
INTERLIS 2 (*.itf *.xml *.ili *.ITF *.XML *.ILI)
Keyhole Markup Language [KML] (*.kml *.KML)
Microstation DGN (*.dgn *.DGN)
Organização Sistemática de Informação Espacial [SOSI] (*.sos *.SOS)
S-57 Base file (*.000 *.000)
SQLite/SpatiaLite (*.sqlite *.db *.SQLITE *.DB)
Spatial Data Transfer Standard [SDTS] (*catd.ddf *CATD.DDF)
VRT - Virtual Datasource (*.vrt *.VRT)
Valores Separados por Vírgula (*.csv *.CSV)

Fig 97 - Arquivos Vetoriais Disponíveis.

4.7.1 CRIAÇÃO DE ARQUIVOS VETORIAIS

Para criar um arquivo em formato shapefile o usuário deve ir na aba Camada > Criar Camada > Camada do Tipo Shape(Fig 98 - Criação de Camada Vetorial no QGIS.). Na versão 2.18 o caminho é Camada > Criar Nova Camada> Shapefile. O usuário poderá escolher o tipo de geometria da feição que ele trabalhará (Ponto, Linha ou Polígono), conforme Fig 98.

Fig 98 - Criação de Camada Vetorial no QGIS.

Em relação a codificação padrão do QGIS ele vem configurado como System. Caso um usuário descarregue arquivos em formato vetorial do BDGEX essa codificação virá como UTF-8. Dessa forma, o sistema não interpretará os caracteres como acentos gráficos, sinal de cedilha ou sublinhados, existentes em algum atributo da tabela de informações. Dessa forma, deve-se alterar esse padrão dependendo da fonte dos dados.

Por padrão o QGIS adota como Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) o EPSG 4326, que corresponde ao sistema de coordenadas em latitude/longitude WGS84. É importante verificar se este é o sistema desejado. Caso haja o objetivo de se realizar medições ao longo do projeto, como distâncias e áreas, deve-se optar pelo Sistema UTM, no datum e fuso desejados.

No menu “Novo Campo”, na opção “Nome” o usuário pode escolher o nome de cada coluna e o tipo de dados dela como arquivos de texto que aceita caracteres alfanuméricos ou dados numéricos inteiros ou decimais.

Observação: Ao criar um novo campo, deve-se dar um nome para o mesmo com até 8 caracteres (letras, números e espaços), selecionar o tipo e o tamanho do campo (o tamanho indica a quantidade máxima de caracteres que comporão o campo) e clicar em “ADICIONAR CAMPOS À LISTA”. Caso não se clique nesse botão, o campo não será adicionado à camada.

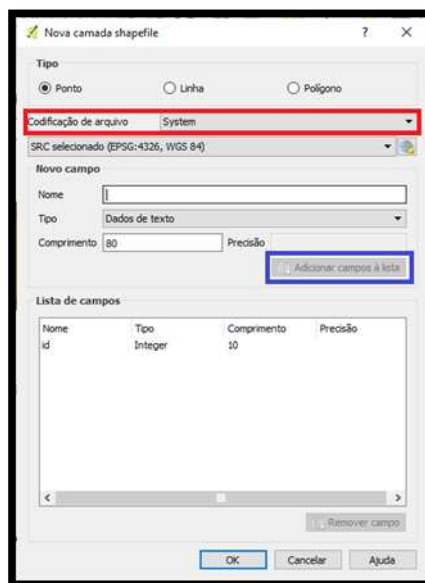



Fig 99 - Configuração de Criação de um Arquivo Vetorial

Outra possibilidade de criação de arquivos vetoriais é a importação de um arquivo .txt. Uma tarefa muito comum é ter que criar um arquivo vetorial a partir de uma lista de coordenadas e a partir dessa lista de coordenadas gerar pontos para se efetuar a realização de análises no sistema. Na Fig 99, há uma lista de coordenadas no Sistema de Projeção UTM, Datum WGS84, Fuso 21 Sul e a partir delas será gerado um arquivo em formato shapefile, tipo ponto, dessas coordenadas.

Nome	COORD N (m)	COORD E (m)
M1	6839808,530	739181,175
HOTEL	6839595,956	738933,688
E01	6839888,337	739067,224
E02	6839880,178	739152,291
E03	6839859,742	739289,006
E05	6839743,469	739159,425
E06	6839765,801	739066,945
E07	6839653,081	739242,711
E08	6839639,411	739103,62
E09	6839536,706	739104,247
E10	6839504,407	739228,778
E11	6839412,184	739134,352
E12	6839308,464	739281,688
E13	6839444,54	739370,429
E14	6839626,074	739436,916
E15	6839829,990	739524,554
E16	6839900,643	739551,486
E17	6839928,062	739372,598
E18	6839942,127	739256,392
E19	6839962,134	739039,798
E20	6839969,905	738889,844
E21	6839825,471	738914,514
E22	6839714,181	738966,587
E23	6839717,809	738866,074
E24	6839467,569	738856,676
E25	6839469,982	738958,318
E26	6839412,051	738968,821
E27	6839353,307	739153,402
E28	6839836,390	739018,289
E29	6839926,988	739029,845
E30	6839379,638	739333,542
E31	6839534,609	738868,361
E32	6839727,130	739316,467
E33	6839511,969	739251,141
E34	6839403,210	739213,352
E35	6839346,269	739282,181

Tab 13 - Arquivo de Texto com Coordenadas UTM

Depois o usuário deverá ir em Camada > Adicionar Camada > Adicionar Camada a partir de um texto delimitado, conforme Fig 100. Lembrando, que esse procedimento gerará feições tipo ponto.

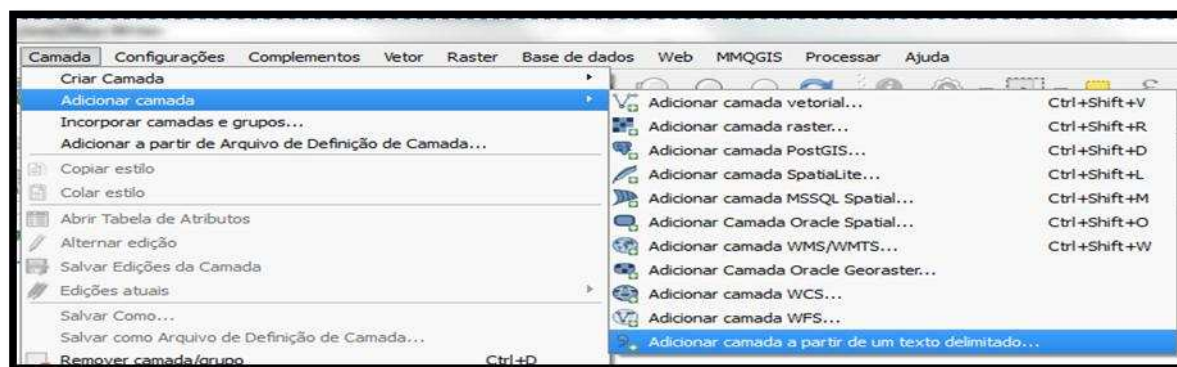



Fig 100 - Criação de Arquivos Vetoriais a partir de Arquivos TXT

.

O usuário deverá importar o arquivo de texto conforme Fig 101. É interessante atentar para a codificação do arquivo gerado e também a sua tabulação.

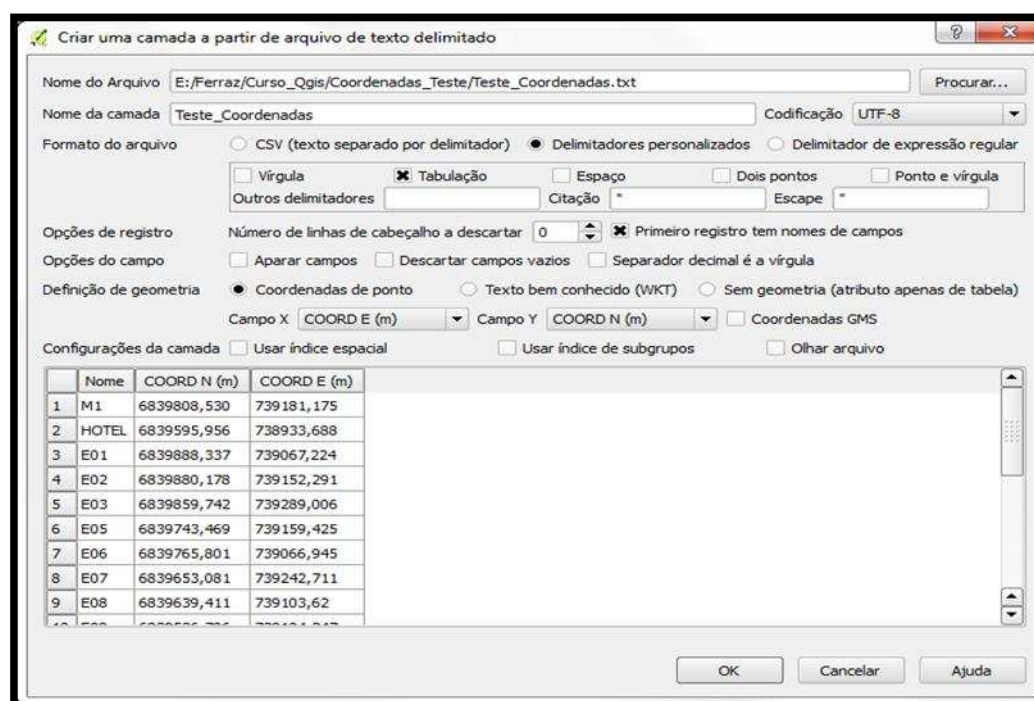



Fig 101 - Importação de arquivo Txt

Após a importação do arquivo de texto, será solicitado ao usuário a escolha do Sistema de Coordenadas, no caso o EPSG 31997, que aborda o *SIRGAS200*, Sistema de Projeção UTM, Fuso 22 Sul, conforme Fig 102.

Sistema de Referência de Coordenadas	Autoridade de ID
SIRGAS / UTM zone 19S	EPSG:31994
SIRGAS / UTM zone 20N	EPSG:31989
SIRGAS / UTM zone 20S	EPSG:31995
SIRGAS / UTM zone 21N	EPSG:31990
SIRGAS / UTM zone 21S	EPSG:31996
SIRGAS / UTM zone 22N	EPSG:31991
SIRGAS / UTM zone 22S	EPSG:31997
SIRGAS / UTM zone 23S	EPSG:31998
SIRGAS / UTM zone 24S	EPSG:31999
SIRGAS / UTM zone 25S	EPSG:32000
SIRGAS 2000 / UTM zone 11N	EPSG:31965
SIRGAS 2000 / UTM zone 12N	EPSG:31966
SIRGAS 2000 / UTM zone 13N	EPSG:31967
SIRGAS 2000 / UTM zone 14N	EPSG:31968
SIRGAS 2000 / UTM zone 15N	EPSG:31969

Fig 102 - - Sistemas de Coordenadas

Conforme já foi citado antes, a tabela de atributos será a mesma do arquivo de texto, conforme Fig 103, assim caso o operador possua mais informações elas serão adicionadas ao arquivo *shapefile*.

	Nome	COORD N (m)	COORD E (m)
0	M1	6839808.53	739181.175
1	HOTEL	6839595.956	738933.688
2	E01	6839888.337	739067.224
3	E02	6839880.178	739152.291
4	E03	6839859.742	739289.006
5	E05	6839743.469	739159.425
6	E06	6839765.801	739066.945
7	E07	6839653.081	739242.711
8	E08	6839639.411	739103.62
9	E09	6839536.706	739104.247
10	E10	6839504.407	739228.778
11	E11	6839412.184	739134.352
12	E12	6839308.464	739281.688
13	E13	6839444.54	739370.429
14	E14	6839626.074	739436.916
15	E15	6839829.99	739524.554
16	E16	6839900.643	739551.486
17	E17	6839928.062	739372.598
18	E18	6839942.127	739256.392
19	E19	6839962.134	739039.798
20	E20	6839969.905	738889.844
21	E21	6839825.471	738914.514

Fig 103 - Arquivo Vetorial Criado

4.7.2 CONFIGURAÇÕES GERAIS DOS ARQUIVOS VETORIAIS

As configurações dos arquivos vetoriais, dispõe de uma barra lateral com os seguintes botões: Geral, Estilo, Rótulos, Campos, Renderização, Mostrar, Ações, Uniões, Diagramas, Metadados, Variáveis, Legenda e Globo, conforme pode ser visto na Fig 94. Observe que nesta figura, a aba “Geral” está em destaque e suas informações serão abordadas a seguir.

- Nome da camada: Nome do arquivo vetorial;
- Exibida como: Nome que aparece na lista de camadas do QGIS;
- Fonte da camada: Caminho da camada no computador (observe que usa o arquivo .dbf);
- Códificação dos Dados: System apresenta o padrão latino;
- Sistema de referência de coordenadas: Sistema de referência da camada;
- Escala dependente da visibilidade: Usado para ocultar elementos em determinadas escalas;
- Estilo: Botão de salvamento e carregamento de estilos.

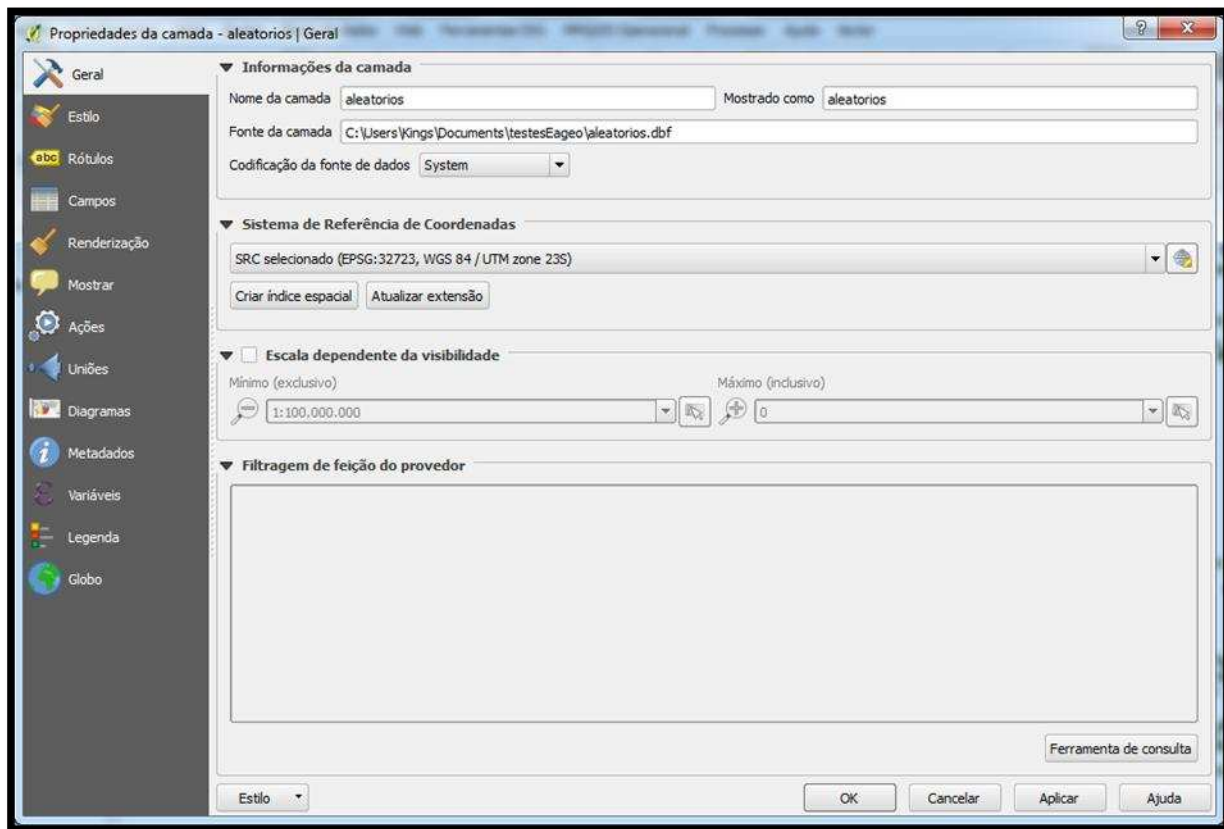



Fig 104 - Propriedades de Arquivos Vetoriais

As demais abas serão abordadas ao longo do caderno de instrução, quando as mesmas forem ser empregadas.

4.7.3 AQUISIÇÃO DE ARQUIVOS VETORIAIS

Para iniciar a edição dos arquivos tipo ponto o usuário deve acessar a aba de edição conforme Fig 105, Fig 106 e Fig 107.

Fig 105 - Habilitando a edição de feição tipo ponto

Fig 106 - Habilitando a edição de feição tipo linha

Fig 107 - Habilitando a edição tipo polígono.

Somam-se a esses principais botões, os seguintes, no tocante à edição de camadas vetoriais:

Fig 108 - Ferramentas de Edição de Arquivos Vetoriais

Na Fig 109 há um exemplo de aquisição de uma feição tipo linha. O usuário deve primeiro habilitar a edição, depois selecionar a ferramenta aquisição de feição e com o botão esquerdo do mouse ele consegue ir adquirindo cada vértice do que ele deseja adquirir. Para encerrar ele deve clicar com o botão direito do mouse e aparece uma janela onde ele pode preencher os atributos da feição adquirida. No exemplo os atributos que o usuário deve preencher são o “Id” e o “Descrição”.

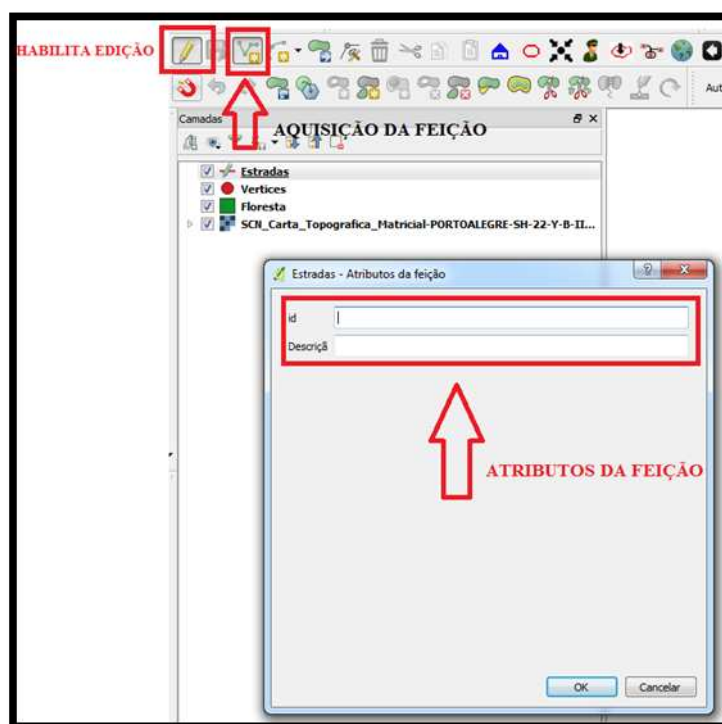



Fig 109 - Aquisição de feição tipo linha

Na Fig 110, há um exemplo de aquisição de uma feição do tipo ponto, da Classe Altimetria, no caso um ponto cotado, juntamente com o preenchimento de seus atributos (Cota comprovada, cota, geometria aproximada e observação).

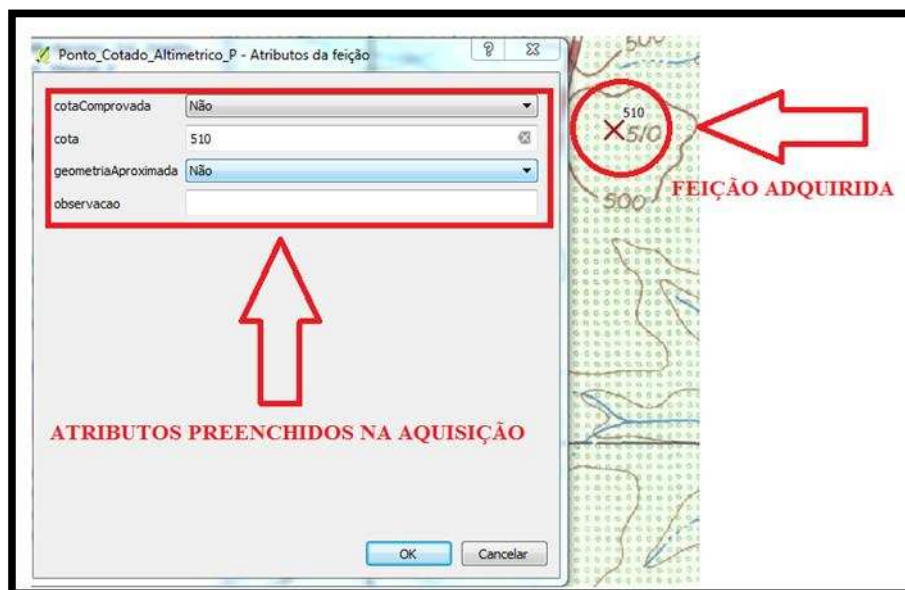



Fig 110 - Exemplo de aquisição de feição na produção cartográfica do 1º CGEO

Na Fig 111, há um exemplo da aquisição de uma feição tipo polígono, da categoria hidrografia, no caso, um Trecho de Massa D'Água, juntamente com o preenchimento de seus atributos (nome, nomeabrev, geometriaaproximada, tipotrechomassa, regime, salinidade, observação).

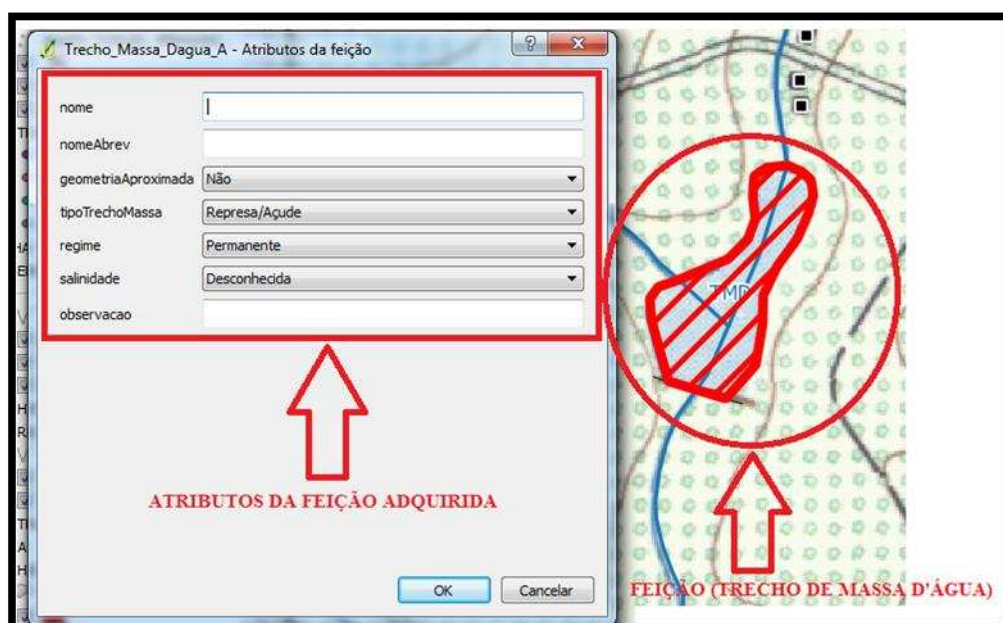



Fig 111 - Exemplo de feição adquirida na categoria hidrografia.

4.7.4 AQUISIÇÃO POR INSERÇÃO DE COORDENADAS

Para adquirir uma feição tipo ponto inserindo as coordenadas de cada ponto, deve-se utilizar o complemento “Numerical Digitize”. Para isso clique no ícone do Numerical Digitilize, conforme Fig 112, onde há a necessidade da camada se encontrar em modo de edição.

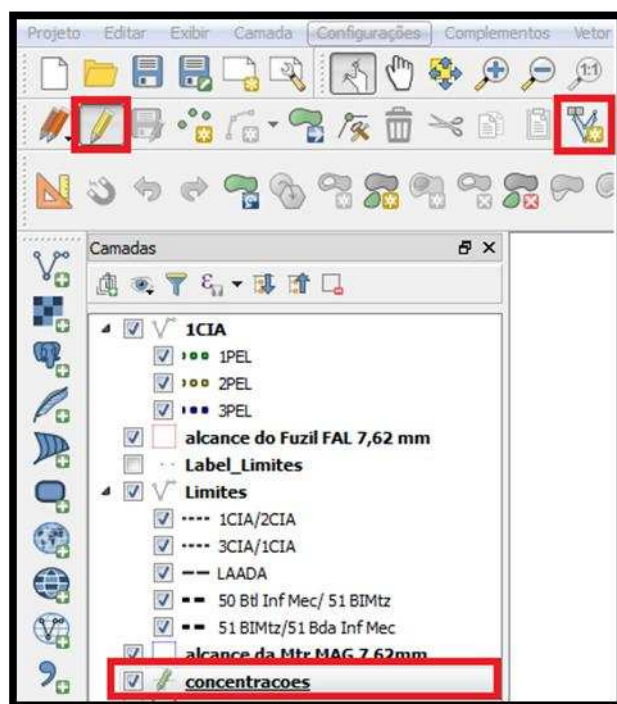



Fig 112 - Inserindo pontos por coordenadas.

Após isso será aberta uma caixa de diálogo que apresentará um campo para ser inserida a coordenada X, outro para a coordenada Y e outro para escolha do sistema de referência, conforme pode ser observado na Fig 113.

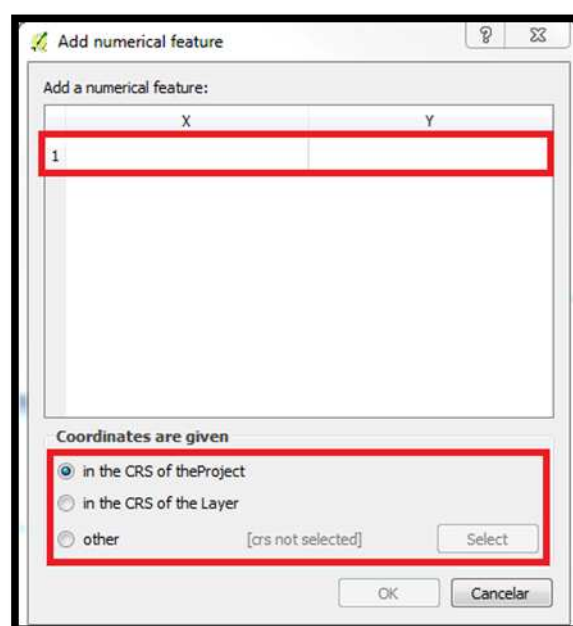



Fig 113 - Complemento Numerical Digitilize.

4.7.5 AQUISIÇÃO DE SIMBOLOS MILITARES

Para inserir feições tipo ponto, seguindo a simbologia prevista no MD33-M-02, deve ser empregado o complemento DSGTools e sua extensão Operacional. Para isso acesse Ferramentas DSG > Ferramentas Militares do DSGTools > Simbologia Militar, conforme Fig 114.

Fig 114 - Ferramenta Simbologia Militar.

Após isso será aberta uma janela, conforme a apresenta na Fig 115, onde serão dadas ao usuário, as opções de “Criar arquivo de simbologia militar”, “Abrir arquivo de simbologia militar existente” e uma caixa de seleção da escala desejada. As escalas apresentadas são as escalas previstas para DSG, ou seja, 1:250.00, 1:100.00, 1:50.000 e 1:25.000. Deve-se ressaltar que para abrir arquivo existente, o mesmo deve ser da mesma versão do DSGToolsOp.

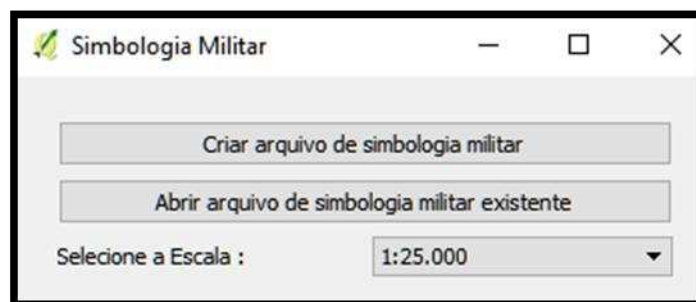



Fig 115 - Tela de Carregamento do Banco de Dados.

Ao se clicar em “Criar arquivo de simbologia militar” será aberta nova janela, que solicitará ao usuário uma pasta para salvar o arquivo e o nome a ser dado ao arquivo. Sugere-se nomear o arquivo com o nome da manobra e/ou Fração a ser representada, conforme Fig 116.

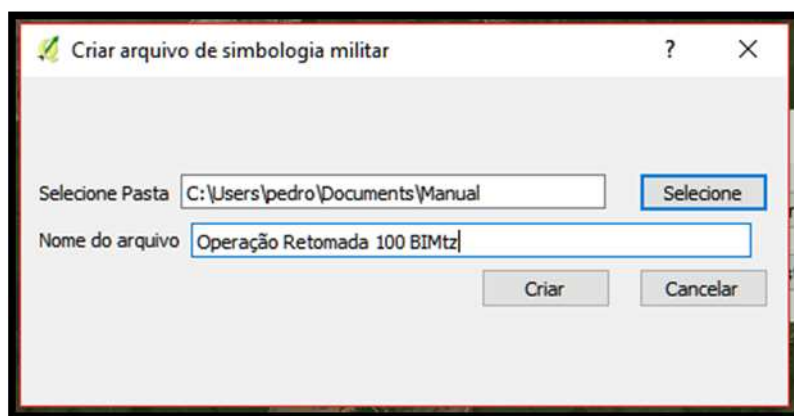



Fig 116 - Configuração do Banco de Dados.

Após isso aparecerá uma janela de confirmação da criação do arquivo, conforme Fig 117:

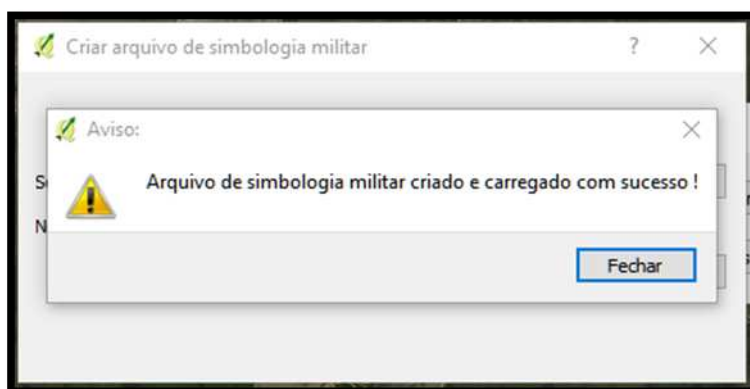



Fig 117 - Criando Símbolos Militares.

Ao ser concluída a instalação, automaticamente serão carregadas as camadas de simbologia militar, conforme Fig 118, as quais serão descritas a seguir.

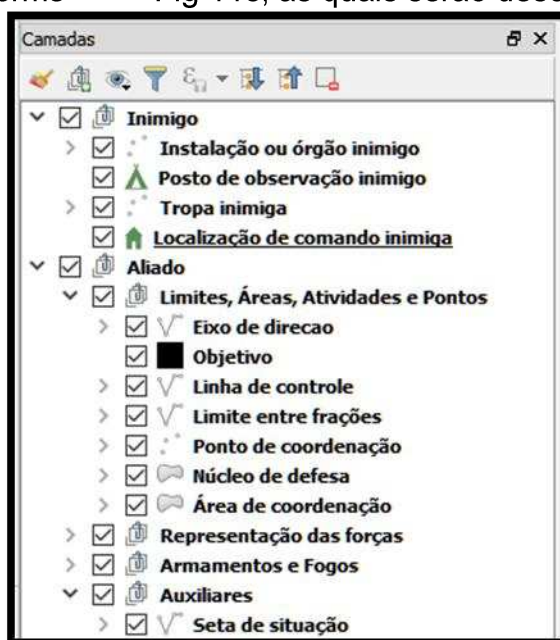



Fig 118 – Camadas Criadas e Carregadas.

- Inimigo: Simbologia referente às tropas inimigas, contendo Instalação ou órgão, Posto de observação, Localização de comando e Tropa;

- Aliado: Simbologia referente às tropas alidas, contendo:

- Eixo de Direção: Cria as simbologias previstas para Eixo de Progressão, Direção de Ataque, Direção de Ataque Principal e Estrada de Suprimento;

- Objetivo: Cria simbologia prevista para designação de objetivos, com elemento tipo polígono;

- Linhas de Controle: Cria simbologia prevista para Linha de Controle, Linha de Cabeça de Ponte Aeromóvel, Linha de Cabeça de Ponte Aérea, Linha de Escurecimento Total, Linha de Reconhecimento e Segurança, Linha de Cerco, Local de Reorganização, Limite Posterior do Teatro de Operações, Linha de Partida, Linha de Contato, Limite Avançado de Trabalho, Limite Avançado das Posições Amigas e Linha de Partida/Contato;

- Limite entre Frações: Cria a simbologia prevista para as linhas criadas para indicar os limites entre as frações;

- Ponto de Coordenação: Cria a simbologia prevista para Ponto de Coordenação, Ponto de Controle, Ponto de Ligação, Ponto de Junção e Outros Pontos genéricos;

- Cria a simbologia prevista para Núcleos de Defesa ocupados ou preparados e não ocupados;

- Área de Coordenação: Cria as simbologias previstas para Zona de Aterragem, Zona de Desembarque, Área de Guerra Irregular, Área de Apoio Logístico, Base de Patrulha, Zona de Reunião, Área de Coordenação de Fogos, Área de Fogo Proibido, Área de Fogo Livre, Área Interditada, Zona de Pouso de Helicópteros e Área de Explosões Nucleares;

- Representação das Forças: Cria a simbologia prevista para Instalação ou Órgão, Posto de Observação, Tropas e Localização de Comando;

- Armamentos e Fogos: Cria a simbologia prevista para os diversos armamentos e para Concentração, Barragem e Uma Explosão Nuclear;

- Auxiliares: Cria a simbologia a ser inserida nas demais simbologias, para as diversas situações (direção de deslocamento, direção de fogos, entre outras.

A Fig 119 apresenta algumas das supracitadas simbologias criadas conforme descrito.

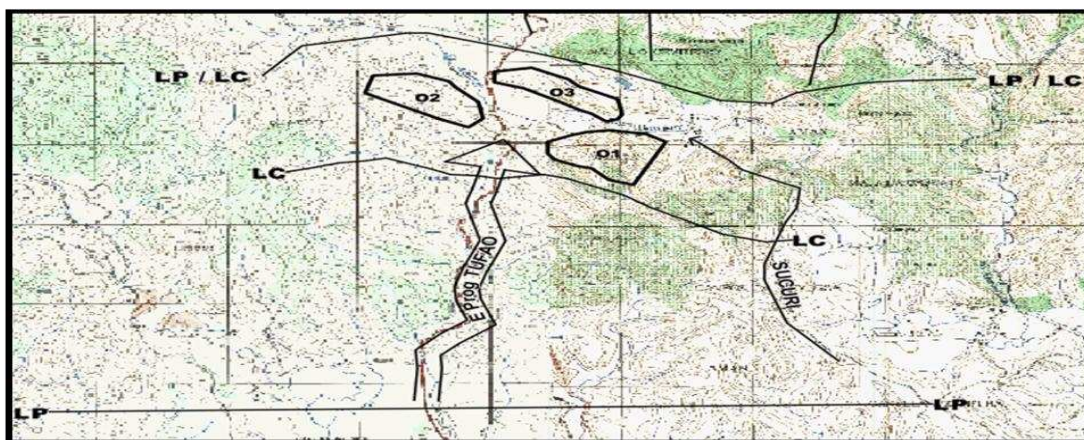



Fig 119 - Simbologia Criada

Para desenho dos núcleo de defesa em forma de elipse, sugere-se o emprego do complemento “CadDigitize”. Após instalar este complemento, deve-se habilitar a edição da camada “Núcleo de Defesa” e clicar em Vetor > CadDigitize > CadDigitize , conforme Fig 120.

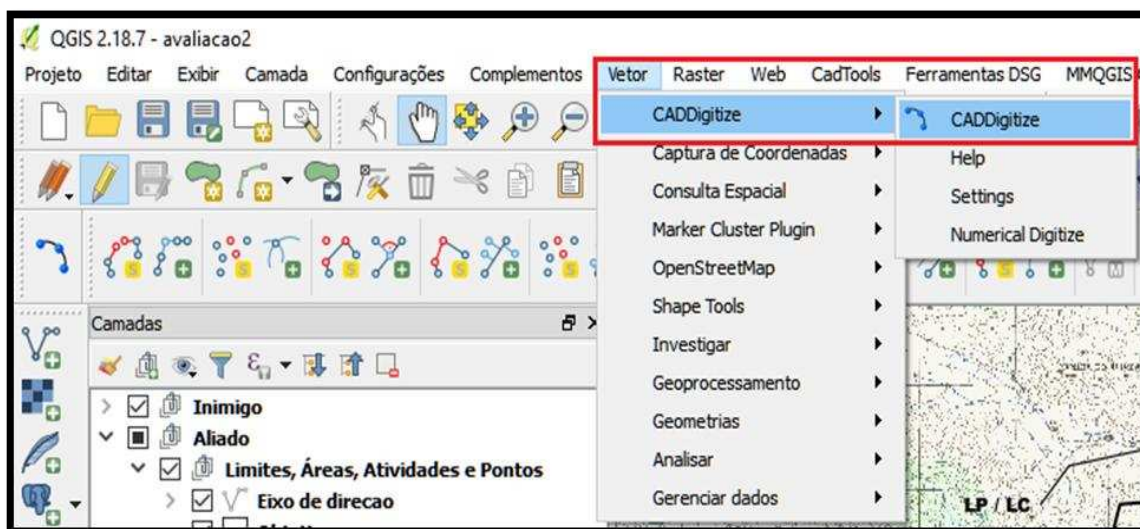



Fig 120 - Ferramenta CadDigitize

Após isso, deve selecionar o símbolo de elipse no painel do complemento (Fig 121) e definir como se deseja criar a elipse: A partir de um centro e dois pontos, do foco e um ponto, a partir do centro ou através da extensão criada pelo arrastro do mouse.

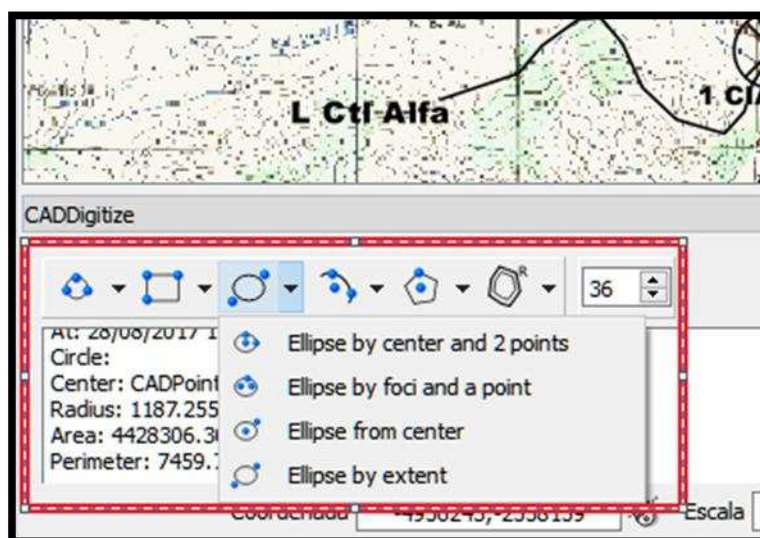



Fig 121 - Configurar a Elipse.

Após isso, deve mover o mouse para definir a elipse, conforme apresentado na Fig 122 (“a” e “b”)

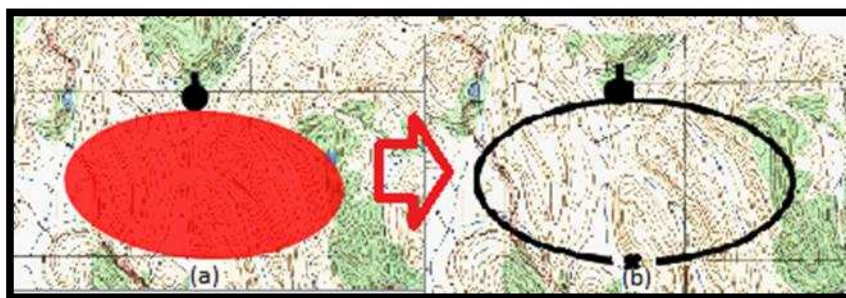



Fig 122 - (a) e (b) - Elipse como núcleo de Defesa

Caso o arquivo de simbologia militar carregado seja de um formato diferente ou de uma versão diferente ao DSGToolsOp, será apresentada uma mensagem informando o erro, conforme Fig 123.

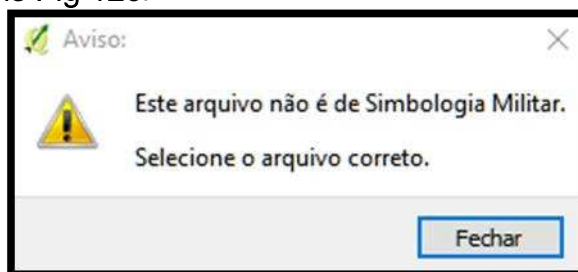



Fig 123 - Erro apresentado ao usar arquivo não compatível.

4.7.6 OBTENSÃO DE COORDENADAS GEOGRAFICAS

Para cálculo em tempo real das coordenada de pontos em coordenadas geográficas, faz-se necessário que o arquivo vetorial encontre-se no sistema métrico e que se empregue o complemento DSGTools e sua extensão Operacional. Para isso acesse Ferramentas DSG > Ferramentas Militares do DSGTools > Gerador de Campos Virtuais. Esta ferramenta é muito importante quando se deseja trabalhar com os dois sistemas de coordenadas simultaneamente. Na Fig 124 é apresentada uma camada vetorial do tipo ponto, com uma lista de alvos, obtidos diretamente na carta topográfica. Os passos a seguir mostrarão como obter as coordenadas métricas e geográficas dos alvos de forma automática.

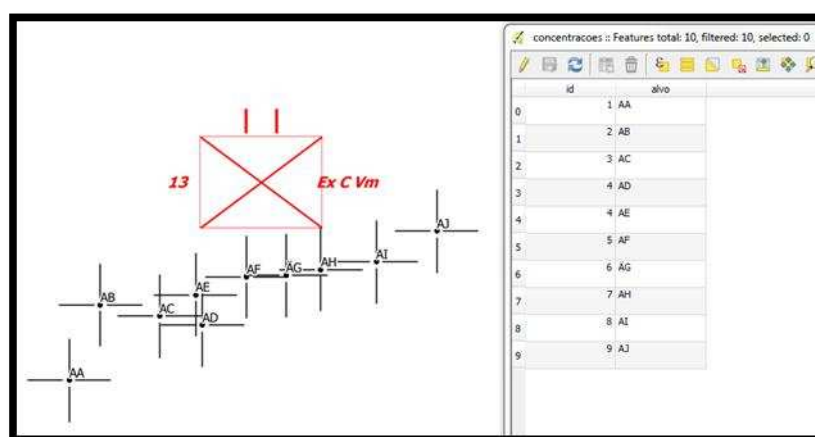



Fig 124 - Camada vetorial de alvos.

Ao clicar em Ferramentas DSG > Ferramentas Militares do DSGTools > Campos Virtuais abrirá uma nova janela, conforme mostrado na Fig 125.

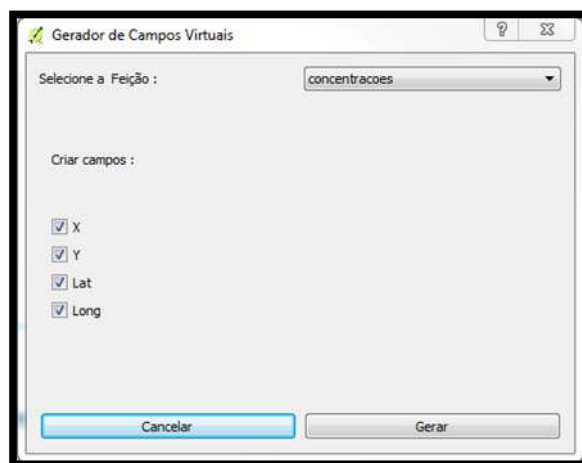



Fig 125 - Geração das Coordenadas Geográficas.

Após isso será gerado na tabela de atributos duas colunas correspondente às coordenadas métricas (X,Y) no sistema de referência da camada e duas colunas correspondentes às coodenadas geográficas (Lat, Long) no sistema WGS84, conforme Fig 126.

	id	alvo	X	Y	Lat	Long
0	1	AA	549603.5850110...	7525216.843120...	-22.3783299254...	-44.518157689184
1	2	AB	549981.7391120...	7526135.967671...	-22.3700157333...	-44.5145132508...
2	3	AC	550701.2823319...	7525999.412023...	-22.3712282391...	-44.5075199816...
3	4	AD	551226.49636101	7525889.1170776	-22.3722090202...	-44.5024149919...
4	4	AE	551142.4621163...	7526262.019038...	-22.3688427999...	-44.5032431814...
5	5	AF	551767.466810986	7526477.3567902	-22.366878735453	-44.4971795510...
6	6	AG	552245.41157747	7526498.365351...	-22.3666744622...	-44.4925380721...
7	7	AH	552670.8349410...	7526566.643175...	-22.3660446481...	-44.4884082957...
8	8	AI	553343.1088982...	7526661.181700...	-22.3651698399...	-44.481881863284
9	9	AJ	554083.6606793...	7527034.083661...	-22.361777944472	-44.4747017968...

Fig 126 - Coordenadas Criadas.

4.7.7 CAMPOS PRÉ-DEFINIDOS

Definir valores na aquisição de arquivos vetoriais ajudar a padronizar a aquisição e evitar problemas, principalmente na hora de criar estilos categorizados. A seguir será apresentado como criar valores únicos, contudo, esse procedimento deve ser utilizado com cautela.

Clique com o botão direito sobre a camada vetorial > Propriedades > Campos. Após isso habilite a edição e clique no campo “Editar Pacote”, que deverá estar como padrão com “Edição de Texto”. Aparecerá uma lista, como pode ser vista na Fig 127. Selecione “Mapa de Valores” e clique em “Ok”. Faça isso para todos os atributos desejados.

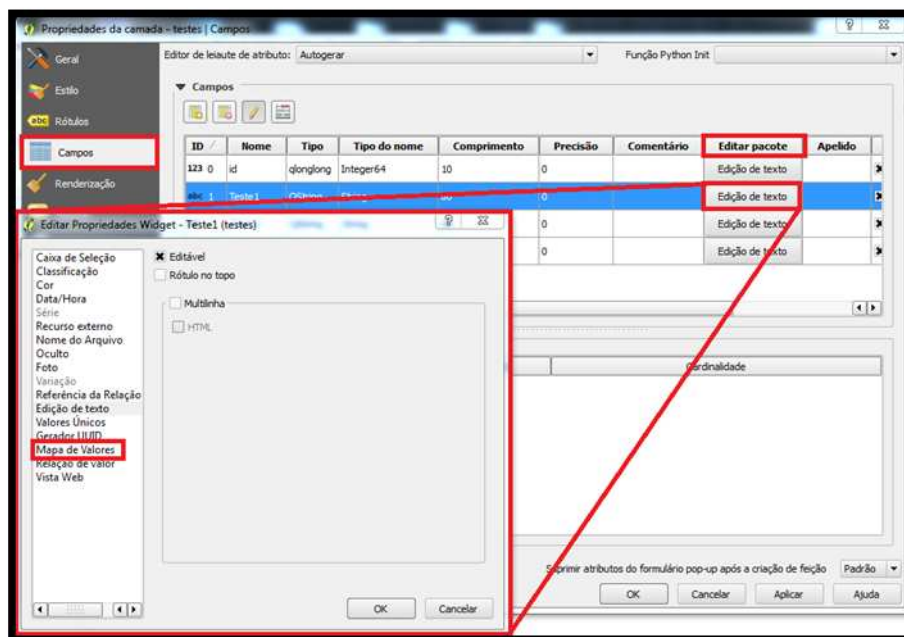



Fig 127 - Configuração dos Mapa de Valores.

Ao fazer isso, será aberta uma janela com uma tabela, onde deverão ser preenchidos os valores a serem escolhidos pelo usuário e sua respectiva correspondência na legenda. Isso é importante, pois pode-se associar valores numéricos à nomes na legenda, conforme apresentaremos a seguir:

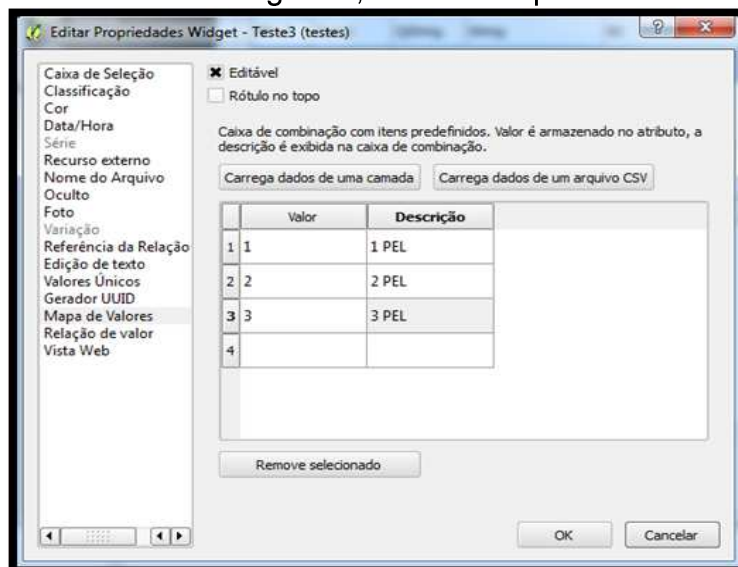



Fig 128 - Inserindo Valores.

Ao realizarmos a aquisição das feições desta camada, as opções pré-estabelecidas aparecerão para o usuário, conforme pode ser visto na Fig 129.

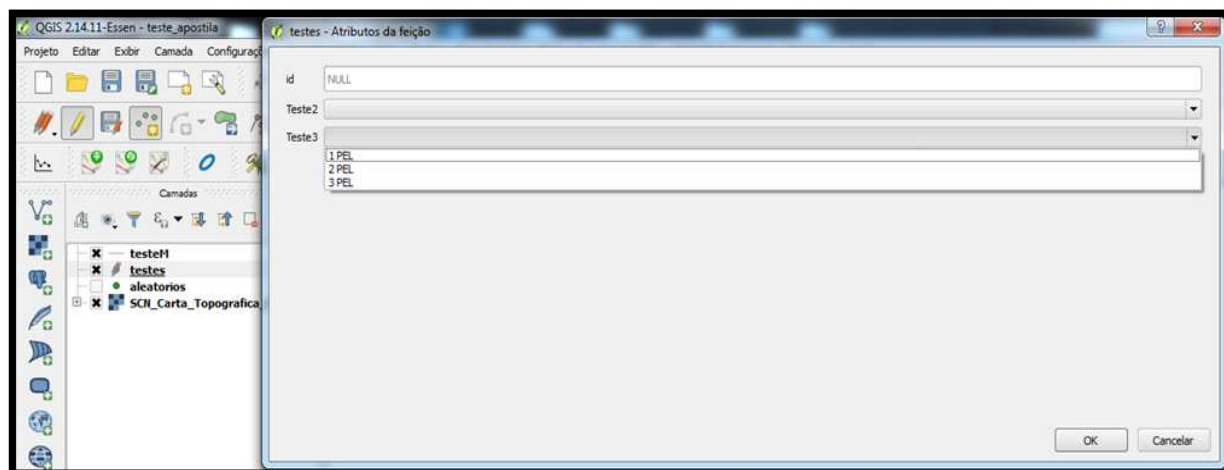



Fig 129 - Aquisição com Mapa de Valores.

4.7.8 IDENTIFICAR FEIÇÕES EM ARQUIVOS VETORIAIS

A ferramenta "Identificar" permite que você interaja com a tela do mapa e obtenha informações sobre as feições, em uma janela pop-up. Para identificar feições, use: Exibir > Identificar feições ou clique no ícone identificador de feições na barra de ferramentas.

Se você clicar em várias feições, o diálogo: *label* > Identificar resultados listará informações sobre todas as feições selecionadas. O primeiro item é o número da feição na lista de resultados, seguido do nome da camada. Em seguida, o seu primeiro item relacionado será o nome do campo com o seu valor. Finalmente, todas as informações sobre a feição são apresentadas.

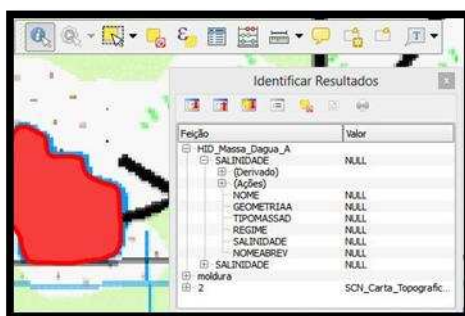



Fig 130 - Identificação de Feições.

Essa janela pode ser configurada para exibir campos personalizados, mas por padrão ela exibirá apenas três tipos de informação:

- Ações: podem ser adicionadas às janelas de identificação de feições. Ao clicar na etiqueta da ação, a mesma será executada. Por padrão, apenas uma ação para ver feições para edição, é adicionada.

- **Derivada**: Esta informação é calculada ou derivada de outras informações. Você pode encontrar coordenadas clicadas, coordenadas X e Y, área em unidades de mapa e perímetro em unidades do mapa de polígonos, comprimento em unidades do mapa de linhas e identificação das feições.

- **Atributos dos dados**: essa é a lista de campos de atributos dos dados, onde na parte de cima da janela, você encontrará os seguintes ícones:

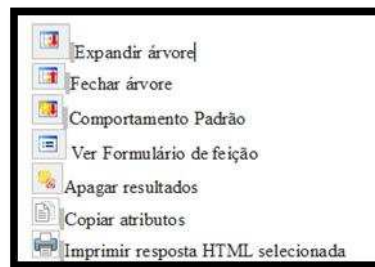



Fig 131 - Ícones da Identificação de Feições.

Outras funções podem ser encontradas no menu do item de contexto, clicando com o botão direito em um atributo da camada desejada, conforme Fig 132. Por exemplo:

–Ver formulário de feição;
–Aproximar à feição;
–Copiar feição;
–Alternar seleção de feição;
–Copiar valor de atributo;
–Copiar feições de atributos;
–Limpar resultados;
–Limpar ênfases;
–Ênfase em tudo;
–Ênfase na camada;
–Camada ativa;
–Propriedades da camada;
–Expandir tudo;
–Fechar tudo.

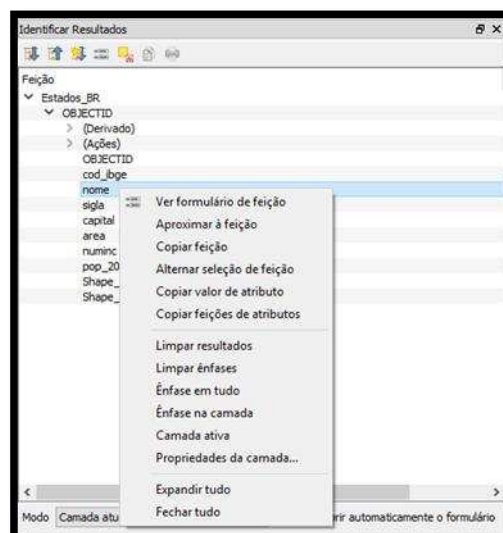



Fig 132 - Outras Funções de Identificação de Imagens no QGIS.

4.7.9. GERENCIAMENTO DE TABELAS

As informações armazenadas nas tabelas se tornam fundamentais para as operações dentro de um Sistema de Informações Geográficas. Essas informações são

utilizadas para simbolizar, identificar, pesquisar, rotular, analisar, entre outras utilidades.

No QGIS ao clicar com o botão direito do mouse em cima de um arquivo vetorial aparecerá a estrutura conforme Fig 133. Deve-se selecionar “Abrir Tabela de Atributos”.

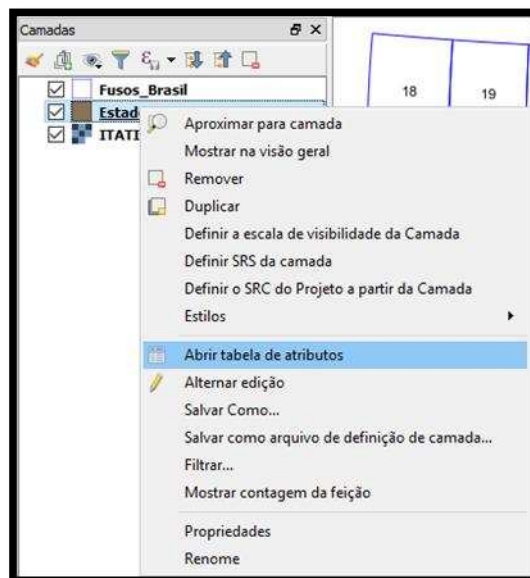



Fig 133 - Gerenciar Tabelas.

Para selecionar algum dado específico da Tabela, pode-se fazer um filtro, conforme Fig 134.

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Pop(2010)
0	Ceará	Ceará	Não	CE	23	Região Nordeste	8448055
1	Distrito Federal	Distrito Federal	Não	DF	53	Região Centro-O...	2562963
2	Espírito Santo	Espírito Santo	Não	ES	32	Região Sudeste	3512672
3	Amapá	Amapá	Não	AP	16	Região Norte	668689
4	Roraima	Roraima	Não	RR	14	Região Norte	451227
				AM	13	Região Norte	3480937
				PI	22	Região Nordeste	3119015
				PA	15	Região Norte	7588078
				AC	12	Região Norte	732793
				MT	51	Região Centro-O...	3033991
				RO	11	Região Norte	1560501

Fig 134 - Estrutura da Tabela.

Para edição desses dados diretamente na Tabela de Atributos, deve-se habilitar a edição (Fig 135) e, a partir disso, alterar os campos desejados, clicando nos mesmos. Pode-se adicionar ou excluir colunas (Fig 136) ou excluir feições. Após o término das edições deve-se salvar e encerrar as edições clicando no ícone de edições.

Fig 135 - Habilitando a edição.

Fig 136 - Adição e Exclusão de Colunas.

4.7.10 SALVANDO ARQUIVOS VETORIAIS COM OUTRO SRC

A reprojeção de arquivos vetoriais é mais simples do que se possa pensar. Para reprojetar um arquivo vetorial, basta clicar com o botão direito em cima da camada, escolher “Salvar Como” e salvar a camada como um novo arquivo, definindo a projeção desejada.

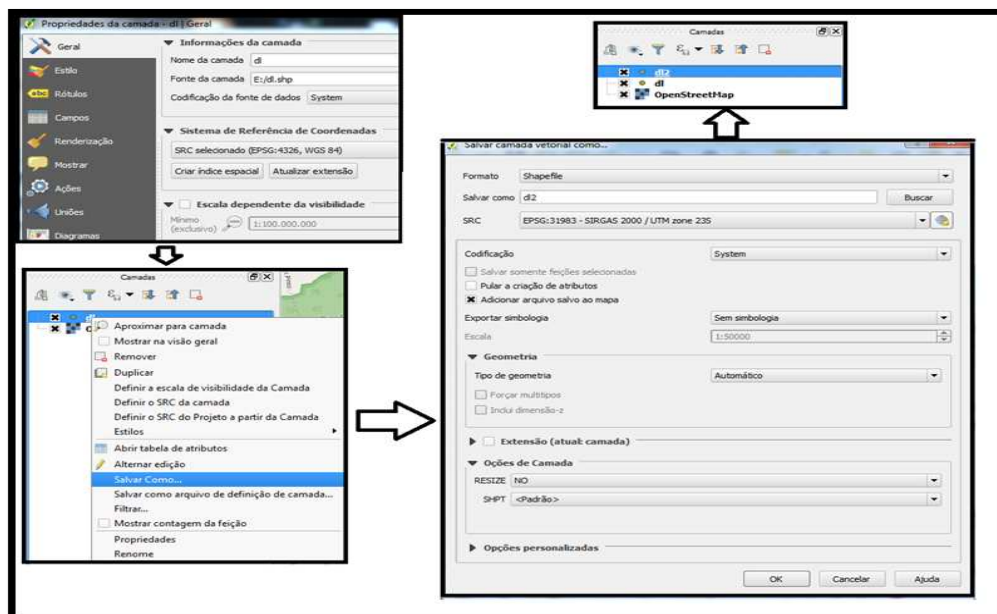



Fig 137 - Reprojetar Arquivo Vetorial

4.8 MEDIÇÃO DE DISTÂNCIAS E ÁREAS

A medição de distâncias e áreas é de suma importância para as Armas, Quadros e Serviços do Exército Brasileiro, uma vez que auxiliam no planejamento de diversas missões. No planejamento de uma operação defensiva, pode-se medir a distância que os pelotões deverão manter entre si, no terreno, para fins de ocupação e preparação das posições defensivas. A artilharia necessita saber a área ocupada no terreno pelo inimigo, bem como suas coordenadas, para planejar os fogos contra essas tropas.

A ferramenta que será empregada é a ferramenta de medição, que possui as funções de medir linha, área e ângulo, conforme pode ser visto na Fig 138.

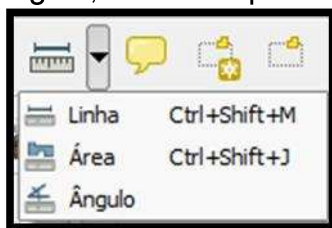



Fig 138 - Ferramenta de Medição.

Todos os módulos de medição também usam as definições de atrair do módulo de digitalização. Isso é útil se deseja medir ao longo de linhas ou áreas em camadas vetoriais.

A ferramenta permite que você clique pontos no mapa. Cada comprimento de segmento, bem como o total, mostra-se na janela de medida. Para interromper a medição, clique com o botão direito do mouse. Note que você pode interativamente alterar as unidades de medida na caixa de diálogo de medição. Ele substitui as unidades de medida preferidos nas opções. Há uma seção de informações na caixa de diálogo que mostra quais SRC estão a serem utilizados durante os cálculos de medição.

Na Fig 139 tem-se uma vista aérea da entrada da AMAN, localizada na cidade de Resende-RJ. Essa imagem foi obtida pelo *plugin QuickMapService.* Na Fig 140 foram realizadas duas medições: do Portão das Armas da AMAN até a estrada no final do campo de pouso e desta estrada até a entrada dos conjuntos principais, obtendo as distâncias: 402,865m e 175,5m e a soma dessas distâncias: 578,365m. Para isso, clicou-se na ferramenta de medição > linha e criou-se uma linha sobre o percurso que se deseja medir.

Fig 139 – Vista Aérea da AMAN.

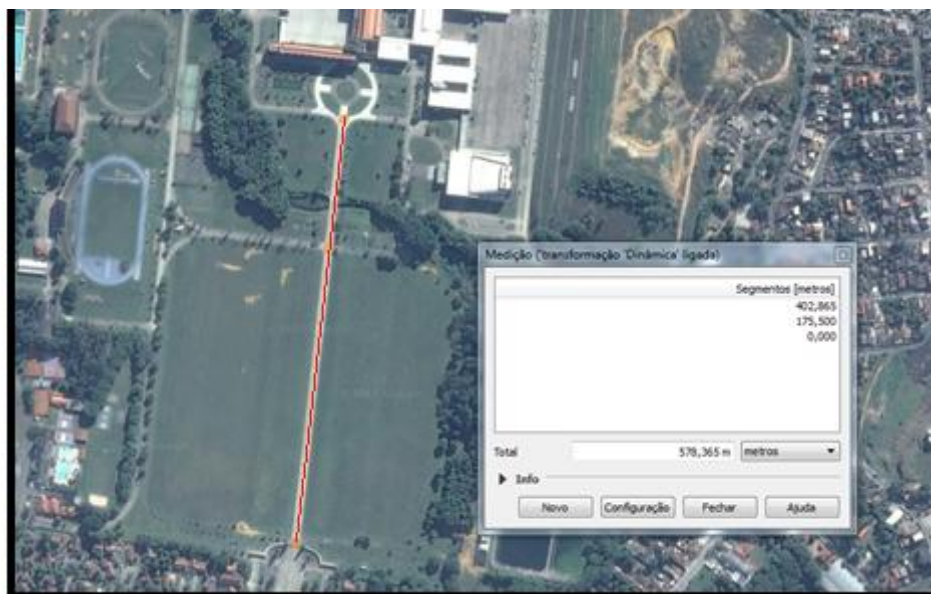



Fig 140 - Medição da Reta de Entrada.

Na Fig 141 foi realizada a medição da área do complexo dos conjuntos principais da AMAN. Essa medição foi realizada de forma didática e não apresenta valores precisos.

Para isso clicou-se em cada um dos vértices do polígono que se desejou medir.

Fig 141 - Medição de área no QGIS.

4.9 MEDIÇÃO DE ÂNGULOS E AZIMUTES

Medida de Ângulo: Você também pode medir ângulos. O cursor se transforma em forma de cruz. Clique para desenhar o primeiro segmento do ângulo que pretende medir, em seguida, mova o cursor para desenhar o ângulo desejado. A medida é exibida em uma janela de diálogo.

Fig 142 - Medição de ângulos no QGIS

Para medição de azimutes, deve ser instalado o *plugin* “CadTools”, o que ficará como exercício de fixação de conhecimentos aprendidos.

Após sua instalação, deve-se clicar no ícone “Select 2Vertex Points”, conforme a Fig 143- Ícone “Select 2Vertex Points Fig 144 - Ícone "Show Azimuth".

Fig 143- Ícone “Select 2Vertex Points

Fig 144 - Ícone "Show Azimuth".

Após isso, com o cursor do mouse deve-se selecionar os dois pontos, cujo azimute deseja-se calcular, observando que o azimute será calculado do primeiro ponto (cruz vermelha) para o segundo ponto (cruz azul), conforme pode ser visto na Fig 145. É importante observar que os pontos selecionados devem pertencer a uma camada vetorial ativa no projeto, no caso do exemplo, a camada de pontos do TAF.

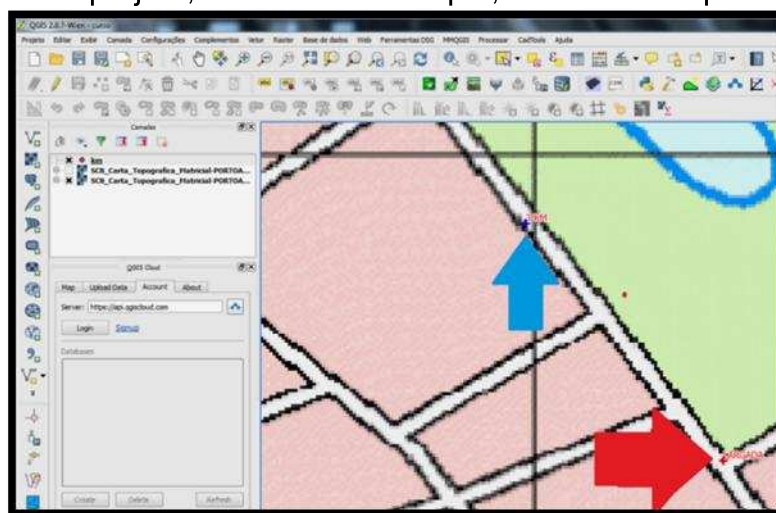



Fig 145 - Procedimento para cálculo de azimute no QGIS.

Por fim, deve-se clicar no ícone “Show Azimuth” e visualizar os resultados, como pode ser observado a seguir.

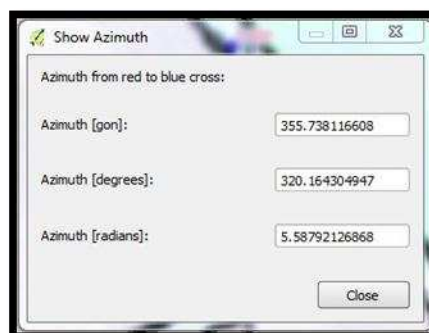



Fig 146 - Resultado dos cálculos do azimute no QGIS.

CAPÍTULO V
BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS DO EXÉRCITO (BDGEX)

5.1 NOÇÕES DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS (BDG)

Todos os locais onde estão armazenados dados podem ser chamados de banco de dados. Por exemplo, um manual de campanha pode ser considerado um banco de dados, pois armazena dados militares que serão consultados para tomadas de decisões nos mais diversos escalões. Um banco onde são armazenados dados geográficos na forma de tabelas que se relacionam entre si por intermédio de campos específicos. É importante evitar confundir o Banco de Dados (BD) em si com o programa que o gerenciará, o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Em outras palavras, softwares como o PostgreSQL não é um BD, mas sim um SGBD.

O BDG, também chamado de Banco de Dados Espacial (BDE), é semelhante ao que foi anteriormente descrito, com a grande e importante diferença de suportar feições geométricas em suas tabelas. Este tipo de base com geometria oferece a possibilidade de análise e consultas espaciais. É possível calcular, por exemplo, áreas, distâncias e centróides, além de realizar a geração de buffers e outras operações entre as geometrias.

5.2 CONCEPÇÃO DO BDGEX

No âmbito do Exército Brasileiro, a Diretoria de Serviço Geográfico é a organização responsável pelo mapeamento do Brasil. Para armazenar e disponibilizar os dados geoespaciais produzidos nesses mapeamentos foi criado o Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx), que pode ser consultado via internet. O acesso pode ocorrer por meio do sítio ***http://www.geoportal.eb.mil.br***. No endereço citado pode-se acessar o Manual do Usuário, o qual possui todas as informações necessárias para utilização do BDGEx, como por exemplo os procedimentos para baixar dados (cartas topográficas, carta ortoimagem, fotos aéreas, etc).

5.2.1 BDGEX

O Sistema adota uma arquitetura distribuída baseada em serviços e permite acessar os bancos de dados geográficos situados em localidades distintas, comportando-se para um usuário, como se fossem uma única base. Abaixo constam algumas das funcionalidades oferecidas pelo BDGEx:

- Consulta a metadados dos produtos geoespaciais armazenados (baseado na ISO 19115);
- Download de produtos;
- Navegação interativa sobre todas as categorias de informações armazenadas;
- Consultas espaciais a partir de predicados topológicos (cruza, toca, dentro de, etc);
- Consulta a atributos de feições por apontamento;
- Download seletivo de feições a partir de filtros montados pelo usuário (formatos: GML, shapefile, KML, KMZ);
- Realização de medições de área e distância;
- Inserção de marcações sobre regiões espaciais, possibilitando a vinculação de observações;

- Visualização de produtos e camadas a partir de graus de sigilo atribuídos a eles e credenciais de acesso atribuídas aos usuários.

5.2.2 BDGEX OPERAÇÕES

Para o público militar a DSG disponibiliza acesso ao BDGExOp (BDGEx Operacional), no endereço “www.bdgexop.eb.mil.br”, diponível apenas via Ebnet, no qual se encontram cartas e imagens de satélite de uso reservado, material de uso estratégico (como cartas de fronteira em escala 1:25.000), entre outros produtos de interesse da Força Terrestre. O acesso segue o previsto da

. O cadastro do BDGEx Operações é realizado de forma independente ao BDGEx ostensivo, devendo ser realizado mediante solicitação via DIEx à DSG.

5.3 PERFIS DE ACESSO

O BDGEx possui uma política de acesso onde cada usuário recebe uma classificação baseada em níveis, os quais variam de 1 à 4. Cada um desses níveis possui acesso a um determinado conjunto de dados, como pode ser observado na Tab 14, disponível no sítio eletrônico do BDGEX, onde “P” significa pesquisar, “V” significa visualizar e “B” significa baixar.

	PRODUTOS	ESCALA											
NÍVEL DE ACESSO		1:25.000			1:50.000			1:100.000			1:250.000		
		P	V	B	P	V	B	P	V	B	P	V	B
NÍVEL 1	Metadados												
	Ortoimagem												
	Carta Ortoimagem												
	Carta Topográfica Matricial												
	Modelo Digital de Superfície												
	Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais												
NÍVEL 2	Metadados												
	Ortoimagem												
	Carta Ortoimagem												
	Carta Topográfica Matricial												
	Modelo Digital de Superfície												
	Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais												
NÍVEL 3	Metadados												
	Ortoimagem												
	Carta Ortoimagem												
	Carta Topográfica Matricial												
	Modelo Digital de Superfície												
	Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais												
NÍVEL 4	Metadados												
	Ortoimagem												
	Carta Ortoimagem												
	Carta Topográfica Matricial												
	Modelo Digital de Superfície												
	Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais												

Tab 14 - Política de acesso ao BDGEx. Fonte: Geoportal do EB

NÍVEL DE ACESSO	REQUISITOS/ OBSERVAÇÕES
NÍVEL 1	- Não é realizado cadastro no sistema e o acesso ao BDGEx é feito como visitante externo.
NÍVEL 2	- Cadastro no BDGEx por meio do formulário disponível na página inicial, na aba "Cadastre-se". - Não é necessário envio de documentos comprobatórios.
NÍVEL 3	- Envio do Termo de Uso devidamente preenchido e assinado. - Envio das cópias dos seguintes documentos: * CPF; * Documento de identificação; * Comprovante de residência (somente para os profissionais autônomos); - Envio de DIEx, Ofício ou Carta de Solicitação conforme o tipo de usuário: * Militares do Exército: - DIEx - documento interno do Exército, destinado à Diretoria de Serviço Geográfico, assinado pelo Diretor, Chefe ou Comandante da OM, com as identificações de acesso (nome, CPF, email) e o nível desejado. A remessa dos documentos deve ser feita para o seguinte endereço de e-mail: protocolo@dsg.eb.mil.br
NÍVEL 4	- Permitido somente para **Órgãos Públicos que possuem Acordo de Cooperação com a DSG**, ou para **Organizações Militares das Forças Armadas equivalentes a Grandes Comandos ou Grandes Unidades**. - Mesmos procedimentos do nível 3, mais: * Militares do Exército: - DIEx - documento interno do Exército, destinado à Diretoria de Serviço Geográfico, assinado pelo Diretor, Chefe ou Comandante da OM, com as identificações de acesso (nome, cpf, email) e o nível desejado **(privativo para as funções de S2, S3, E2 e E3, Chefes das Seções de Imagens dos Comandos Militares e integrantes do Centro de Inteligência do Exército. Casos especiais serão estudados pela DSG)**. A remessa dos documentos deve ser feita para o seguinte endereço de e-mail: protocolo@dsg.eb.mil.br

Tab 15 - Controle de acesso ao BDGEX

5.4 DESCARGA DE DADOS

A página inicial do BDGEx está apresentada a seguir pela Fig 147.

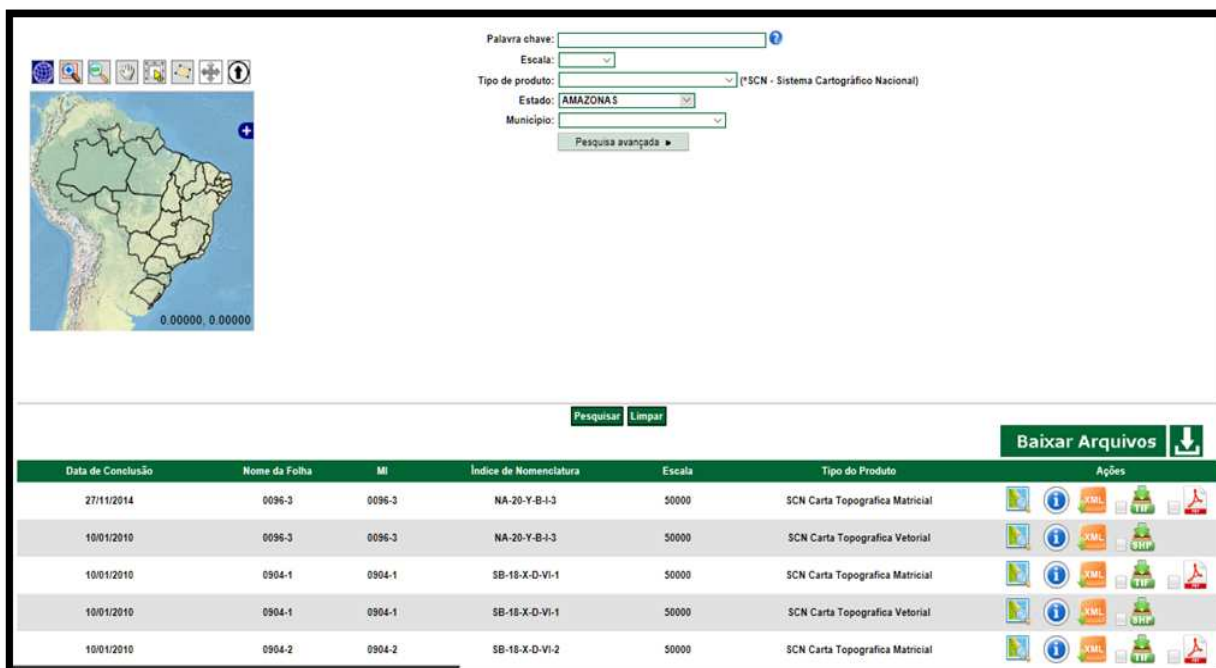



Fig 147 - Página Inicial BDGEx

Após o login, é apresentada a área para seleção dos dados, conforme Fig 148.

Fig 148 - Área de seleção do BDGEx

Nessa página é possível definir os critérios de seleção dos dados que se deseja adquirir. Pode-se inserir uma “Palavra Chave”, a escala para carta desejada, o tipo de produto (Carta Ortoimagem, Cartas Temáticas, Cartas Topográficas Matriciais, Cartas Topográficas Vetoriais, Modelos Digitais de Elevação e Ortoimagens), o Estado e/ou Município da referida carta. A seguir será apresentado o resultado de uma consulta pelos dados do Estado do Rio Grande do Sul, sem quaisquer outros filtros.

Fig 149 - Resultado da Consulta

A seguir vamos detalhar cada um dos itens da referida consulta.

Na Fig 150 podemos ver o Nome da Folha, seu MI e seu Índice de Nomenclatura, bem como sua escala.

Fig 150 - Detalhamento da consulta

Já na Fig 151 podemos ver o tipo de produto que é apresentado, bem como sua disponibilidade para ser baixado, de acordo com o nível de cada usuário.

Baixar Arquivos

Data de Conclusão	Nome da Folha	MI	Índice de Nomenclatura	Escala	Tipo do Produto	Ações
10/01/1975	CAPELA DO SAICÃ	2979-2	SH-21-Z-B-I-2	50000	SCN Carta Topografica Matricial	XML TIF PDF
12/05/2017	CAPELA DO SAICÃ	2979-2-NE	SH-21-Z-B-I-2-NE	25000	SCN Carta Topografica Matricial	XML TIF PDF
12/05/2017	CAPELA DO SAICÃ	2979-2-NE	SH-21-Z-B-I-2-NE	25000	SCN Carta Topografica Vetorial	XML SHP
12/05/2017	ARROIO SAICÃ	2962-4-SE	SH-21-X-D-IV-4-SE	25000	SCN Carta Topografica Matricial	XML TIF PDF
12/05/2017	ARROIO SAICÃ	2962-4-SE	SH-21-X-D-IV-4-SE	25000	SCN Carta Topografica Vetorial	XML SHP
21/04/2017	ARROIO SAICÃ	2962-4-SE	SH-21-X-D-IV-4-SE	25000	Modelo Tridimensional MDS	XML TIF
21/04/2017	ARROIO SAICÃ	2962-4-SE	SH-21-X-D-IV-4-SE	25000	Ortoimagem SCN	XML TIF
11/02/2016	ARROIO SAICÃ	2962-4-SE	SH-21-X-D-IV-4-SE	25000	SCN Carta Ortoimagem	XML TIF PDF
10/01/1975	CAPELA DO SAICÃ	2979-2	SH-21-Z-B-I-2	50000	SCN Carta Topografica Vetorial	XML SHP
21/04/2017	CAPELA DO SAICÃ	2979-2-NE	SH-21-Z-B-I-2-NE	25000	Ortoimagem SCN	XML TIF

1 2 3 PRÓXIMO ÚLTIMO

1-10 de 23 registros

Fig 151 - Tipos de Produto

Os ícones serão detalhados na Fig 152.

Ícone	Função
	Visualização de Georrecurso
	Visualização dos Metadados
XML	Baixar arquivos XML (Metadados)
TIF	Baixar arquivos Matriciais - TIFF
PDF	Baixar arquivo como PDF
SHP	Baixar arquivos vetoriais - SHP

Fig 152 – Ícones

CAPÍTULO VI
AQUISIÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DE DADOS MATRICIAIS

6.1 IMAGENS DE SATÉLITE GEORREFERENCIADAS E MDE

Muitas vezes é necessária imagem ou um mapa de arruamento ou mesmo, um mapa topográfico de uma determinada região para auxiliar na confecção do projeto. Para esses casos, devemos acessar os servidores de dados geoespaciais de determinados Órgãos Produtores como IBGE, ANA, ICMBio.

6.1.1 DOWNLOAD DE IMAGENS DE SATÉLITES DO GOOGLE EARTH

Para realizar o download de imagens de satélite do Google Earth, faz-se necessário a criação de um arquivo KML no QGIS com uma grade de pontos que servirá para o georreferenciamento da imagem. Esse processo será apresentado antes do download da imagem propriamente dita.

Deve-se gerar um grid vetorial de feições tipo ponto, com um espaçamento de 300 em 300 metros. Para gerar esse grid o usuário deve ir em Vetor > Investigar > Pontos Regulares, conforme Fig 153.

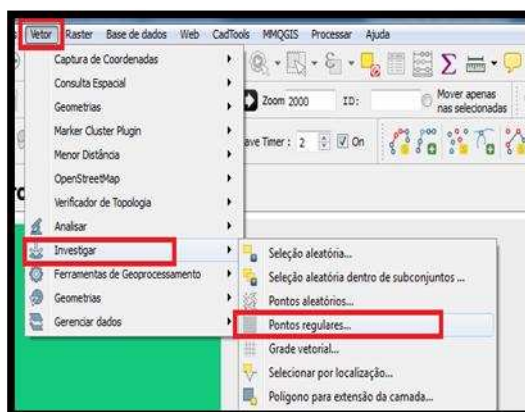



Fig 153 - gerando um grid de pontos

Após isso, o usuário deve escolher o espaçamento do grid no item “espaçamento entre pontos”, conforme pode ser visto na Fig 154.

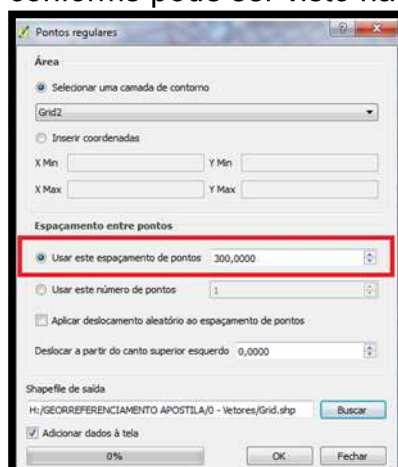



Fig 154 - Definindo o espaçamento do grid de pontos.

Após a definição do espaçamento do grid de pontos será gerado um novo shapefile com os mesmos, conforme Fig 155.

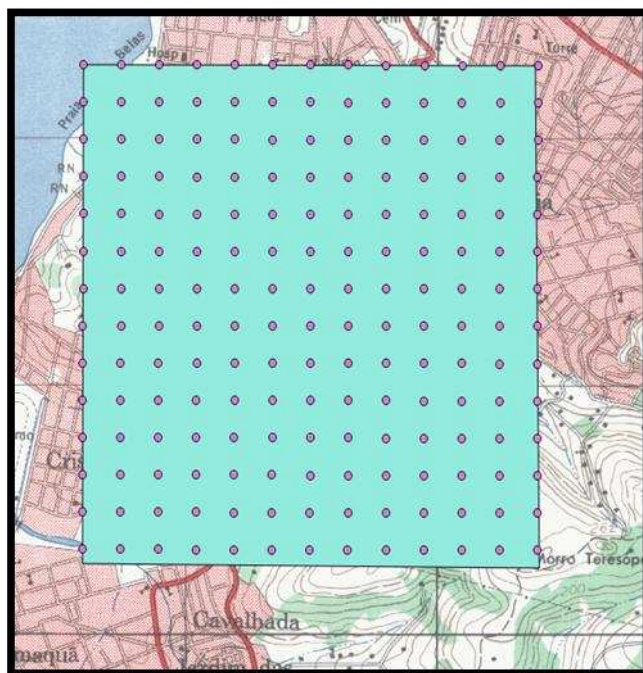



Fig 155 - Grid de coordenadas gerado

Após a criação do grid de coordenadas o usuário deve clicar com o botão direito do mouse em cima da feição e selecionar a opção salvar como e depois no campo formato o usuário deve escolher o formato KML, conforme Fig 156. Será gerado um arquivo que pode ser manipulado no *Google Earth*.

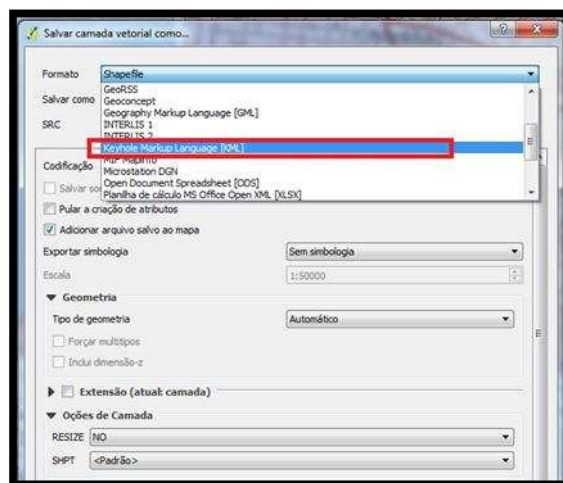



Fig 156 - Exportando o grid de pontos para o formato kmz.

Para a obtenção de imagens de alta resolução, o ideal é o usuário utilizar o Google Earth Pro, diponível no endereço: *https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html*. Contudo, para acesso, o usuário deve ter uma conta de e-mail no *Gmail* para poder baixar as imagens da versão Pro. Nesse *software*, o usuário pode escolher imagens com resolução de até 4800x3343 (4800 linhas por 3343 colunas) em cada cena, conforme Fig 157.

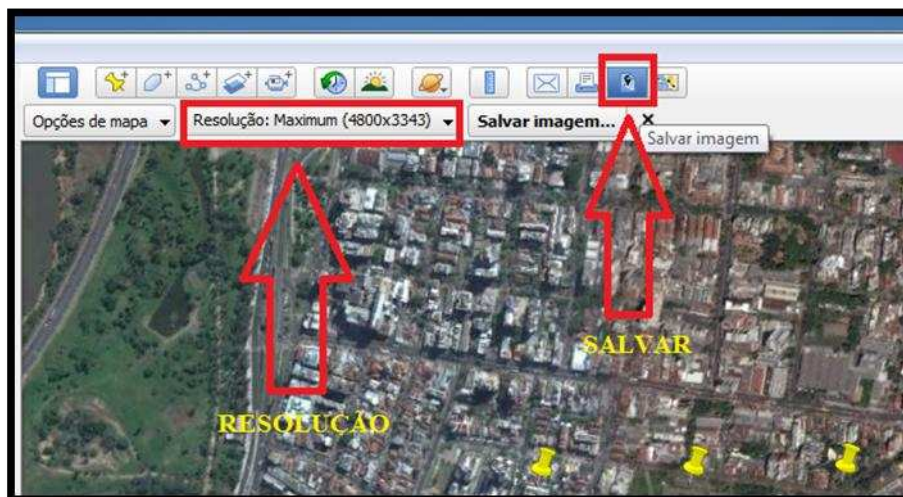



Fig 157 - Selecionando as cenas no Google Earth Pró

6.1.2 CONEXÃO WFS

O QGIS possui alguns tipos de comunicação com Dados Externos. Por intermédio da Conexão WFS (*World Feature Service*), onde estão disponíveis dados de alguns Órgãos importantes, tais como:

IBGE - http://www.geoservicos.ibge.gov.br/geoserver/ows?version=1.1.0
IBAMA - http://siscom.ibama.gov.br/geoserver/ows
ICMBIO - http://mapas.icmbio.gov.br/geoserver/ows

Para obter esse serviço, deve-se seguir os seguintes procedimentos: Ir em Camada > Adicionar Camada > Adicionar Camada WFS, no que aparecerá a janela apresentada na Fig 158.

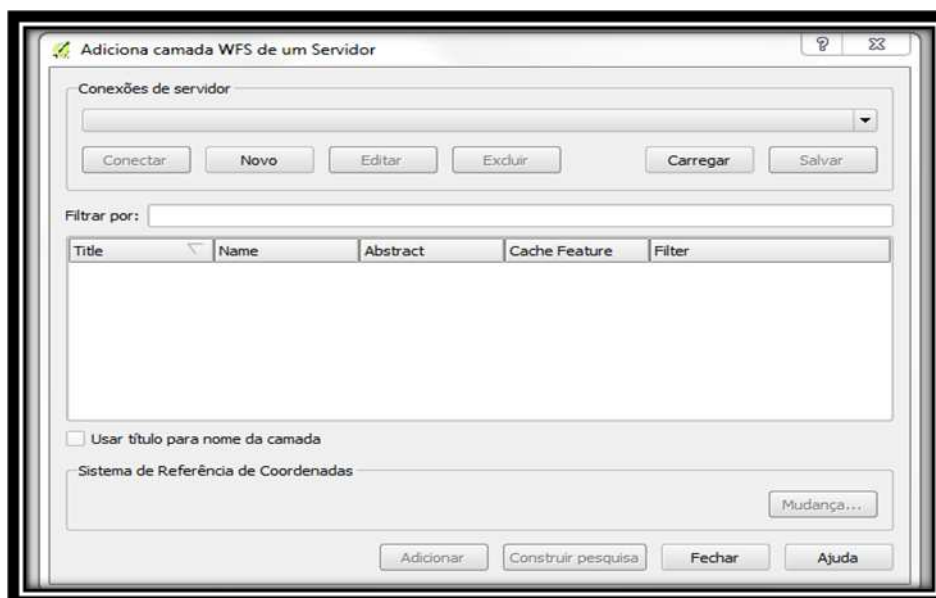



Fig 158 - Adicionando Camada WFS no QGIS.

Após isso deve ser realizada a conexão com o servidor desejado, conforme pode ser observado nas Fig 159 (indicar o nome e URL do servidor) e Fig 160 (escolher o serviço desejado).

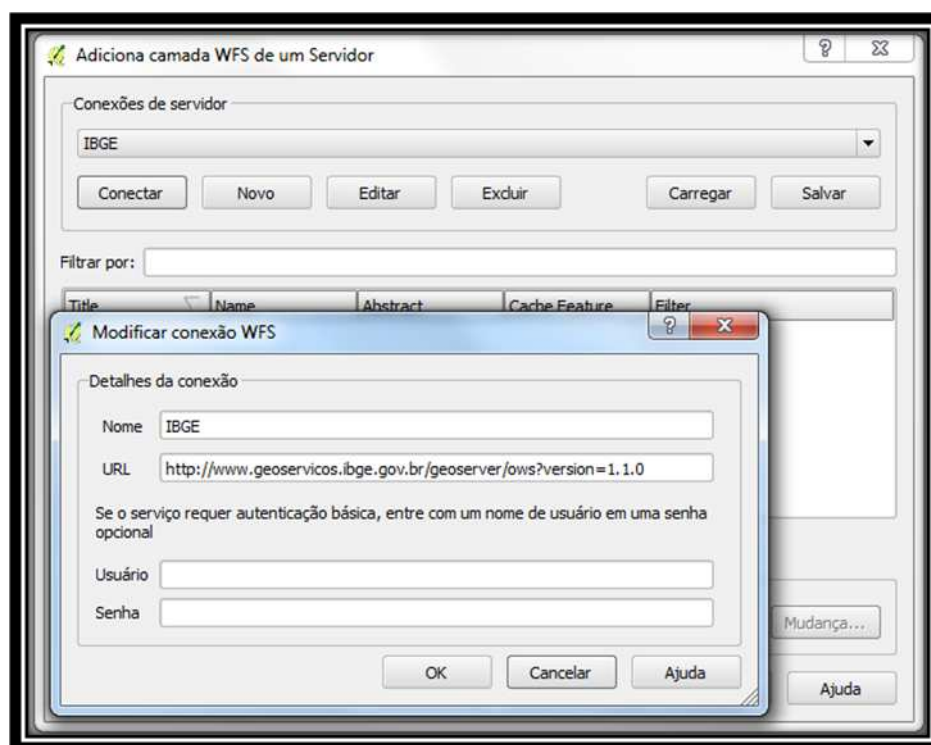



Fig 159 - Detalhes da Conexão.

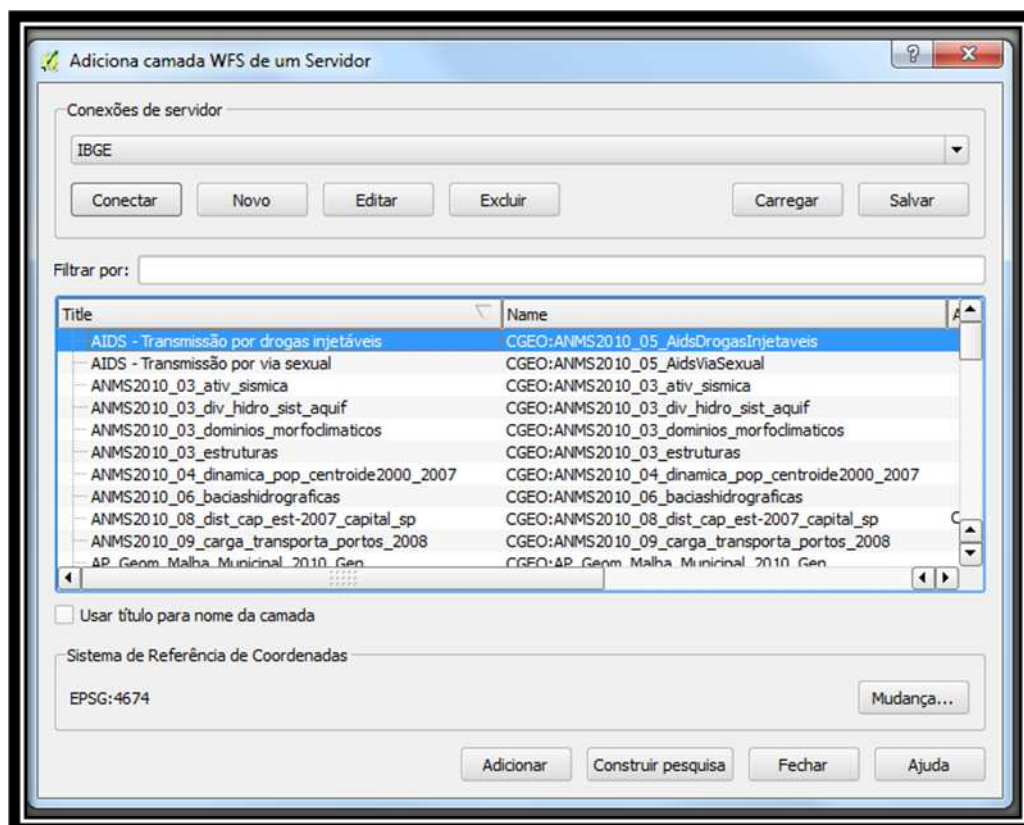



Fig 160 - Conexão ao Servidor.

6.1.3 PLUGIN QUICKMAPSERVICES

Este *plugin* apresenta uma série de imagens que podem ser utilizadas pelo usuário que estiver conectado à internet. Destacam-se o *Google Maps* com suas imagens de Satélite e de Ruas, o *Open Street Maps* com seus mapas, as imagens de satélite do Landsat, do Bing e da Esri. Para acessá-los, deve-se primeiro habilitar a opção “*Get Contributed Pack*” em barra de ferramentas > *Web* > QuickMapServices > *Settings* > *More Services* e depois escolher o provedor desejado, conforme Fig 161.

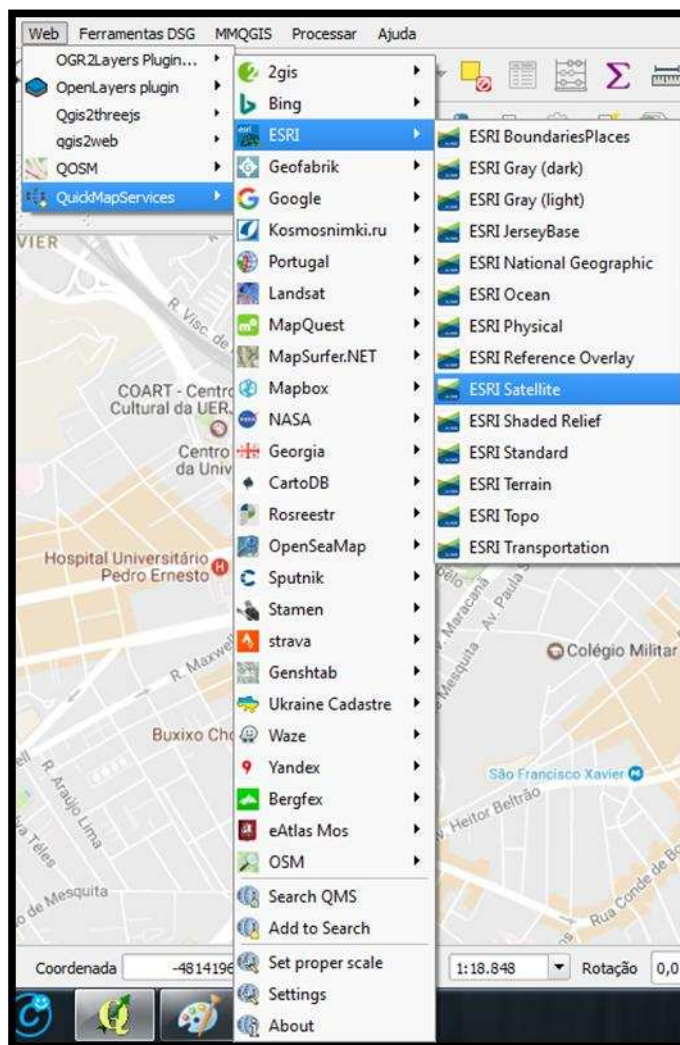



Fig 161 - Plugin QuickMapServices.

6.1.4 AQUISIÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE ELEVAÇÃO

A)SITE DO EARTH EXPLORER

Para baixar os modelos SRTM disponível no site do USGS (*The United States Geological Survey*) é interessante gerar um arquivo de moldura em formato kmz ou kml. Esse arquivo pode ser gerado diretamente no Google Earth ou no QGIS. Nesse exemplo será gerado um arquivo de moldura, no QGIS, que corresponde a área de interesse do usuário.

Na Fig 162 é criada uma camada vetorial temporária do tipo poligono. Essa camada deve estar configurada no mesmo sistema de referência do arquivo matricial base e do projeto. O arquivo matricial base deve ser a carta topográfica da região de interesse.

A camada vetorial criada é um arquivo vetorial em formato *shapefile* tipo polígono. No QGIS essa camada vetorial foi criada como um arquivo temporário conforme Fig 163 e Fig 164.

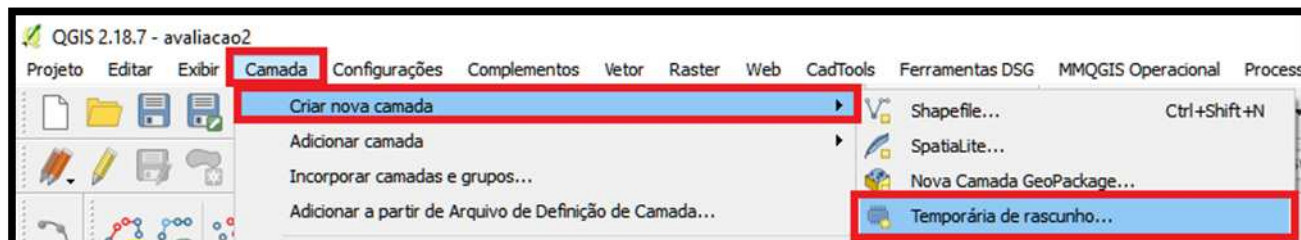



Fig 162 - Criação de camada vetorial temporária.

Deve-se atentar para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) do arquivo vetorial criado deve ser o mesmo da carta topográfica. Na Fig 163 foi adotado o EPSG 4326 que corresponde ao SRC WGS84 com coordenadas definidas como longitude e latitude.

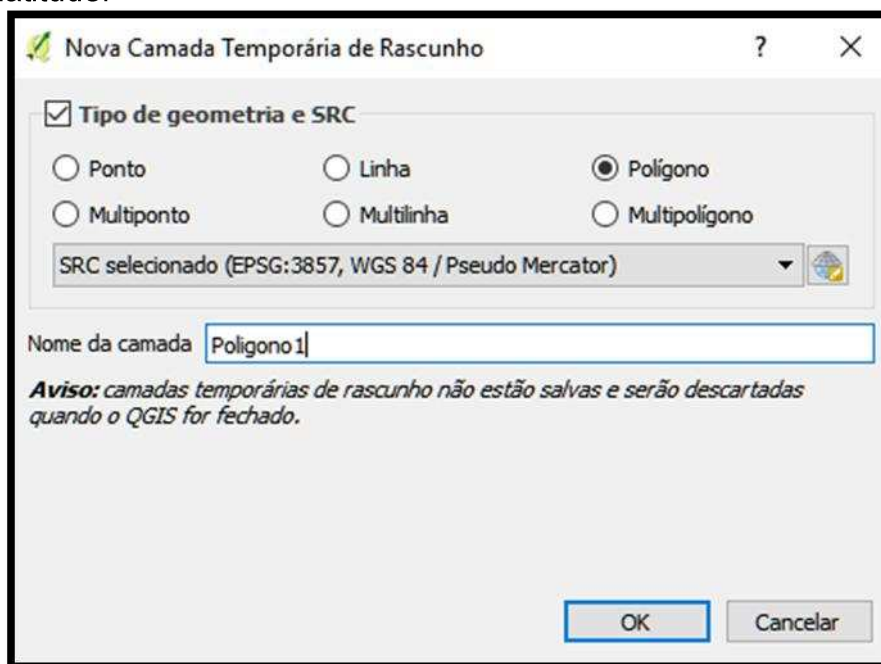



Fig 163 - Camada temporária de rascunho.

Após a criação do arquivo vetorial temporário, deve-se realizar a aquisição vetorial. Para esse exemplo, no caso a Fig 164, foi utilizado a moldura de uma carta topográfica especial do Campo de Instrução Barão de São Borja na escala 1:50.000.

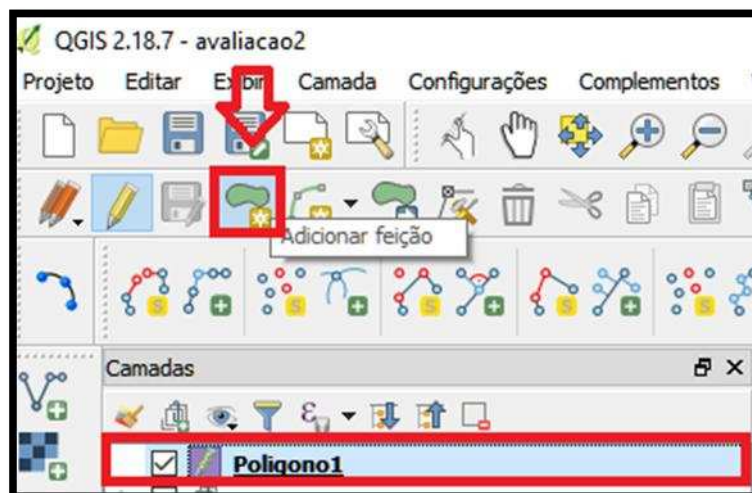



Fig 164 - Criação de arquivo vetorial no limite da carta Topográfica.

O polígono de interesse criado na Fig 165 foi gerado a partir do limite das bordas da carta topográfica. Esse limite servirá como delimitador para baixar os modelos digitais de elevação no site do Earth Explorer (EE).

Para essa operação, na criação do polígono, não foi utilizado rigor na aquisição vetorial.

Fig 165 - Poligno de interesse criado.

Para a aquisição vetorial, com maior rigor geométrico, de um polígono que coincida exatamente com o limite de uma outra camada matricial, o usuário deverá ir em vetor > Investigar > Polígono para extensão de camada, conforme a Fig 166.

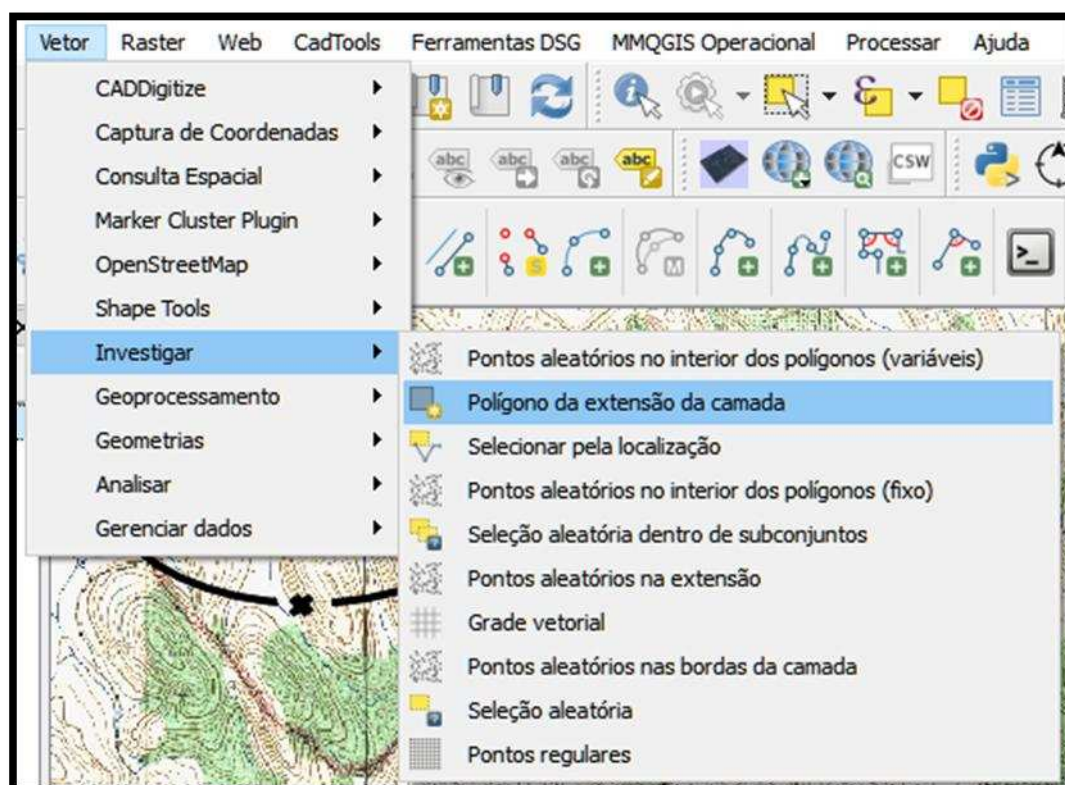



Fig 166 - Criação de poligono para uma extensão de uma camada.

Para gerar o arquivo em formato “.kml”, basta o usuário clicar com o botão direito em cima da camada gerada, conforme a Fig 167 e a Fig 168, e escolher a opção “salvar como”, e escolher o formato de arquivo como “kml”.

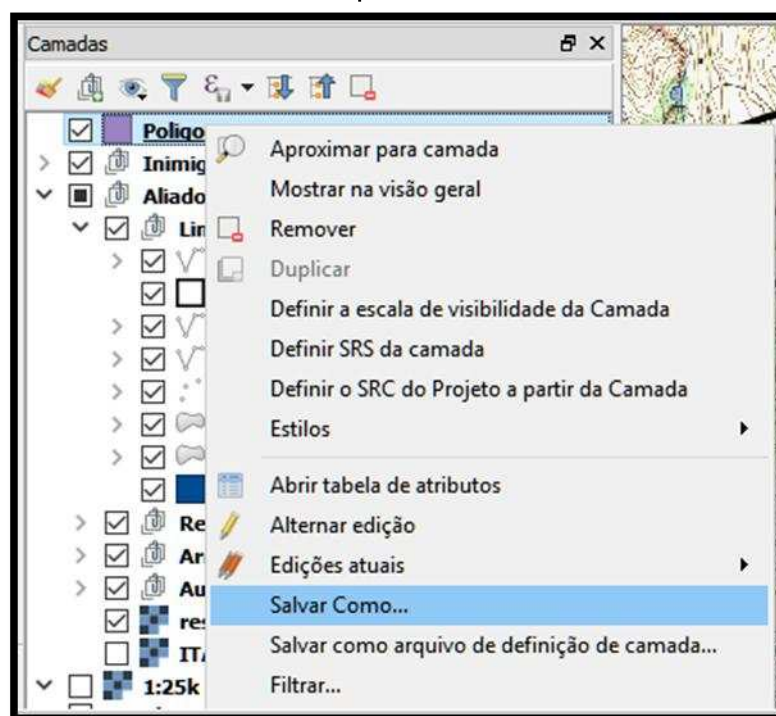



Fig 167 - Salvar a camada vetorial como arquivo kml.

Empregando o arquivo “kml” gerado, o usuário poderá acessar o site do USGS (http://earthexplorer.usgs.gov/) para baixar os arquivos de interesse. O usuário deve criar uma conta no próprio site do EE para poder baixar os dados.

A interface de *download* de dados do site *Earth Explorer* pode ser escolhida de maneiras diferentes, conforme a Fig 168.

Fig 168 - Delimitação da área de interesse no site do EE.

A partir de um arquivo em formato *shapefile*, a partir de coordenadas onde se escolhe manualmente as coordenadas ou a partir de um arquivo em formato “kml”.

Na Fig 169 é apresentada a área de interesse gerada no site do Earth Explorer da área de interesse gerada a partir da importação do arquivo “kml”.

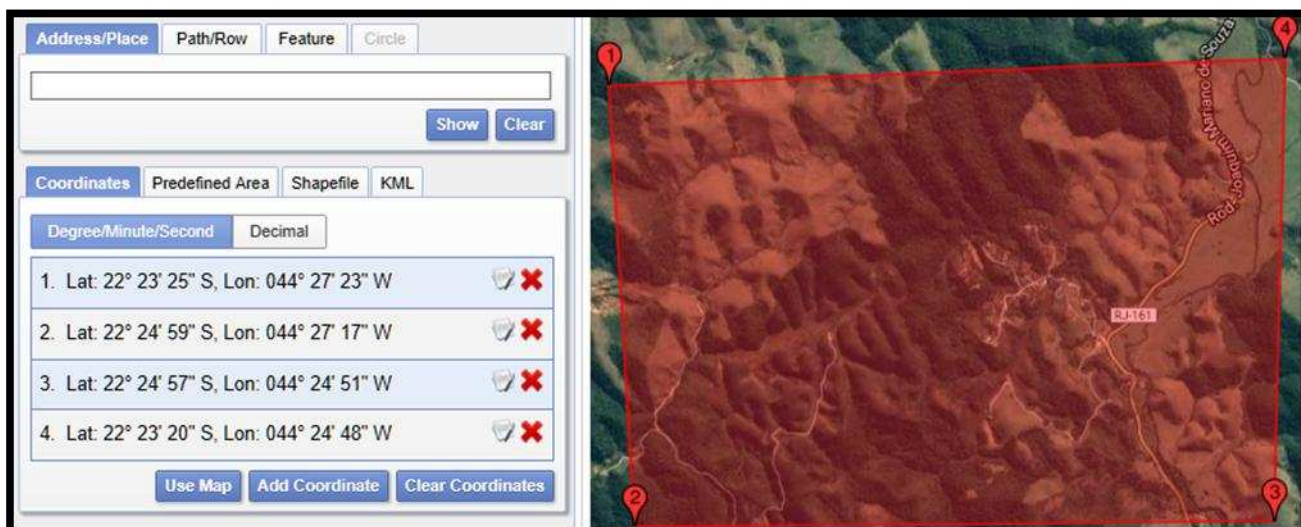



Fig 169 - Área de interesse gerada.

Após a escolha da área de interesse o usuário deve selecionar a opção “*Data Sets*”, conforme a Fig 170.

Pode-se escolher entre os diversos tipos de imagens disponíveis como, por exemplo, imagens de satélites, dados “Lidar” e modelos digitais de elevação.

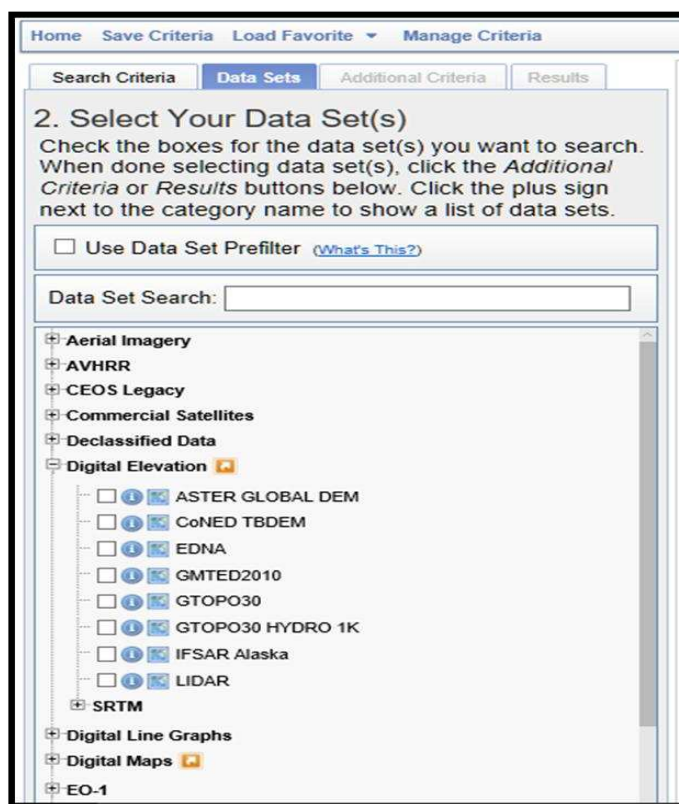



Fig 170 - Escolha do tipo de produto.

Os dados SRTM estão disponíveis na opção *Digital Elevation* – SRTM. Para baixar o modelo com resolução espacial de 30 metros deve-se escolher o modelo com resolução de um segundo (1"), conforme a Fig 171.

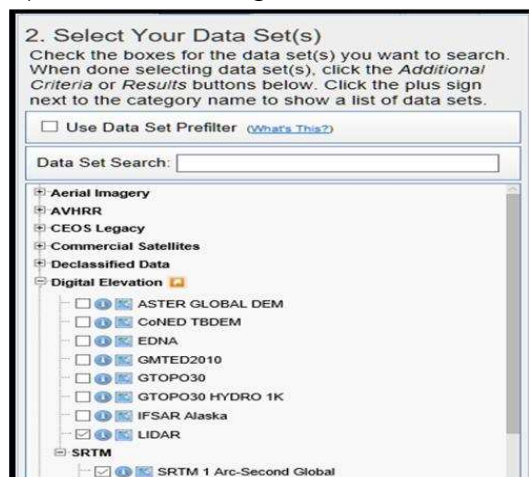



Fig 171 - Modelos com resolução de 30m.

Após a seleção dos dados de interesse, basta o usuário selecionar o arquivo de interesse para download, conforme Fig 172 Para finalizar o download desses dados basta o usuário selecionar a imagem de interesse. Esses dados não saem

"mosaicados". Também na Fig 172, nota-se que existem diversos tipos de informações dos dados disponibilizados como data de aquisição, acurácia vertical e horizontal e um arquivo de visualização.

Fig 172 - Dados disponíveis para download.

Os dados SRTM são disponibilizados com SCR utilizando o EPSG 4326. Os dados altimétricos são disponibilizados utilizando o modelo do geopotencial EGM96 (*Earth Gravity Model* 1996) para a compatibilização da altitude ortométrica. A data de aquisição dos dados, segundo o USGS, é de fevereiro de 2000 e os dados foram disponibilizados nos EUA a partir de setembro de 2000.

B)SITE DO INPE

O sítio eletrônico do INPE disponibiliza modelos digitais de cobertura global gratuitamente, pelo endereço: http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php. Os dados disponíveis (SRTM e seus produtos derivados) estão apresentado num mapa do Brasil, conforme pode ser observado na Fig 173 e detalhados na Fig 174.

Fig 173 - Disponibilidade de material SRTM no sítio eletrônico do INPE.

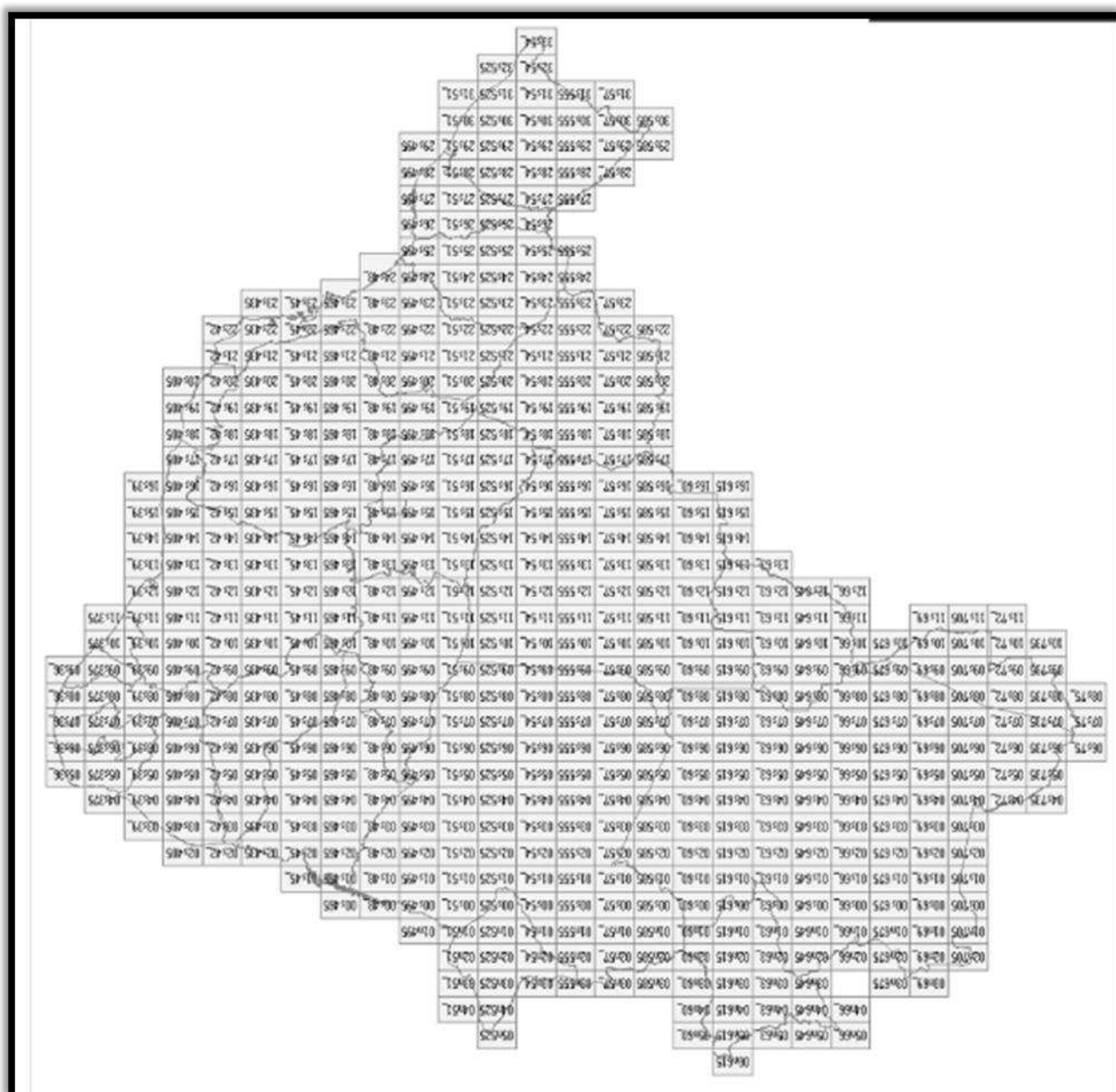
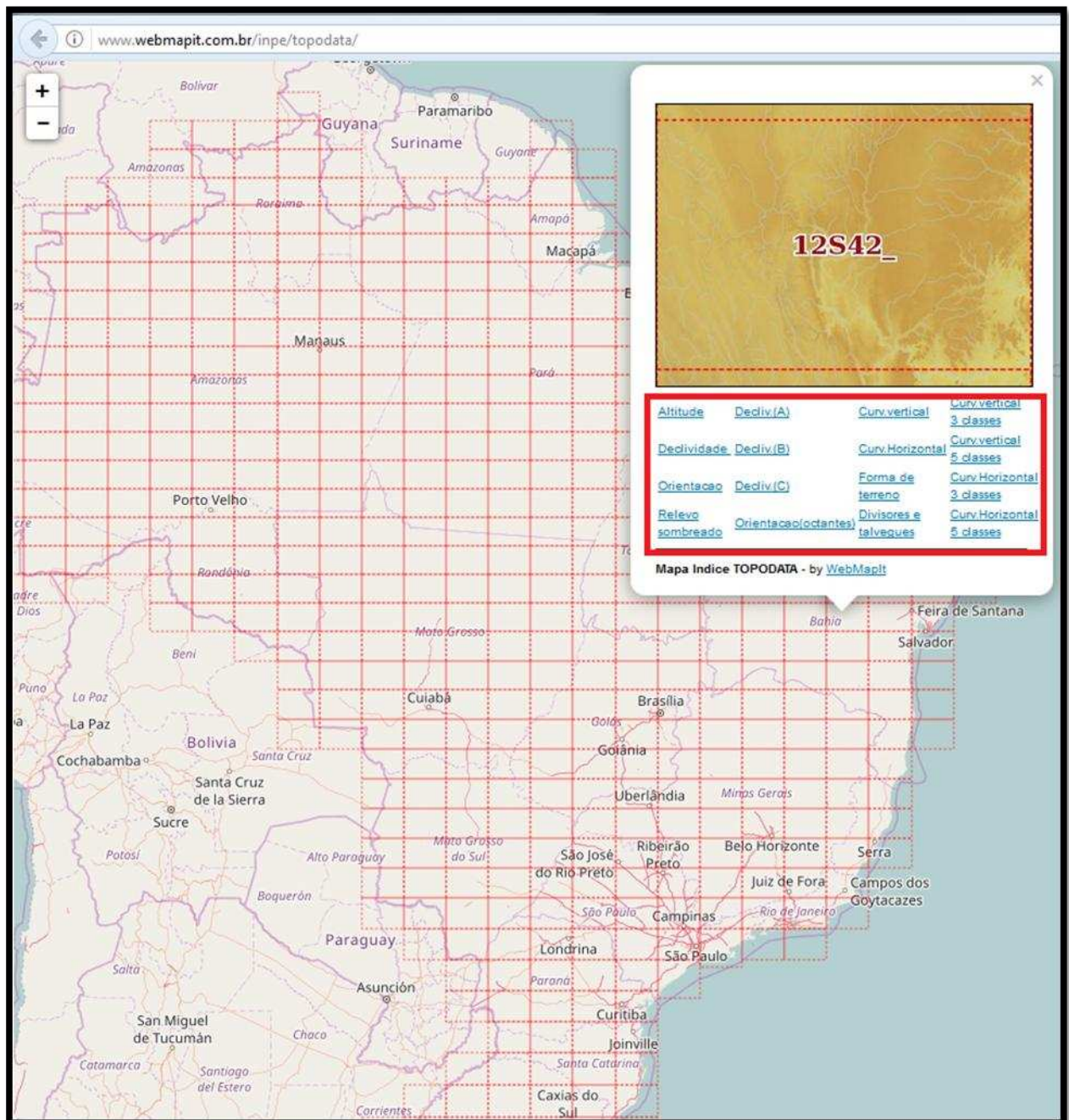



Fig 174 - Detalhamento do material disponível.

6.2 GEORREFERENCIAMENTO DE ARQUIVOS MATRICIAIS

O georreferenciamento de uma imagem consiste em selecionar múltiplos pontos de controle no arquivo *raster*, especificar suas coordenadas e escolher o tipo de transformação mais apropriado para o arquivo. Baseado nos dados e parâmetros de entrada, o complemento computará os parâmetros, ou então criará um novo GeoTIFF. Quanto mais pontos de controle (coordenadas) forem informados, melhor será o resultado do processo.

Nomeie o projeto de acordo com a necessidade. O nome do Projeto ativo é exibido na barra de título, mas ainda não foram especificadas as propriedades do Projeto. Para tanto, clique em Projeto > Propriedade do Projeto. Uma caixa de diálogo

será mostrada e na aba SRC habilite a opção “Habilitar transformação SRC ‘*on the fly*’”. Em Filtro digite o EPSG desejado, que é o código associado com o Sistema de Projeção UTM. (Fig 175).

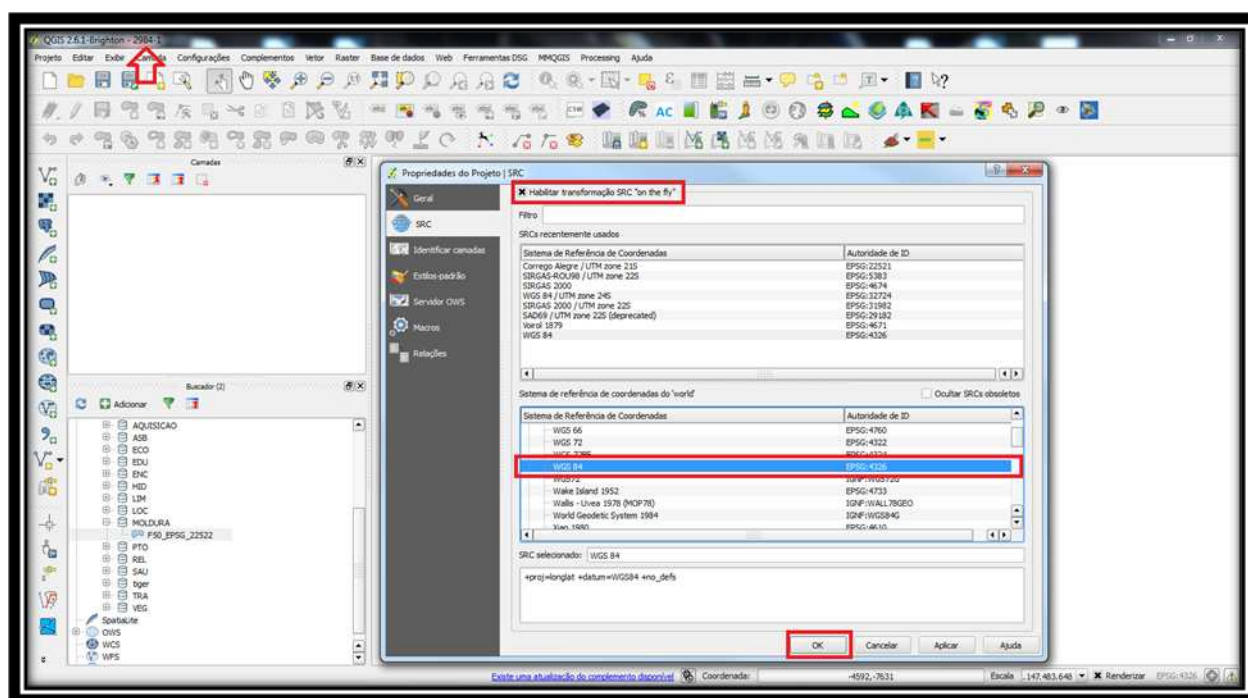



Fig 175 - Propriedades do Georreferenciador no QGIS.

Após isso clique em Raster > Georreferenciador > Georreferenciador (Fig 176).

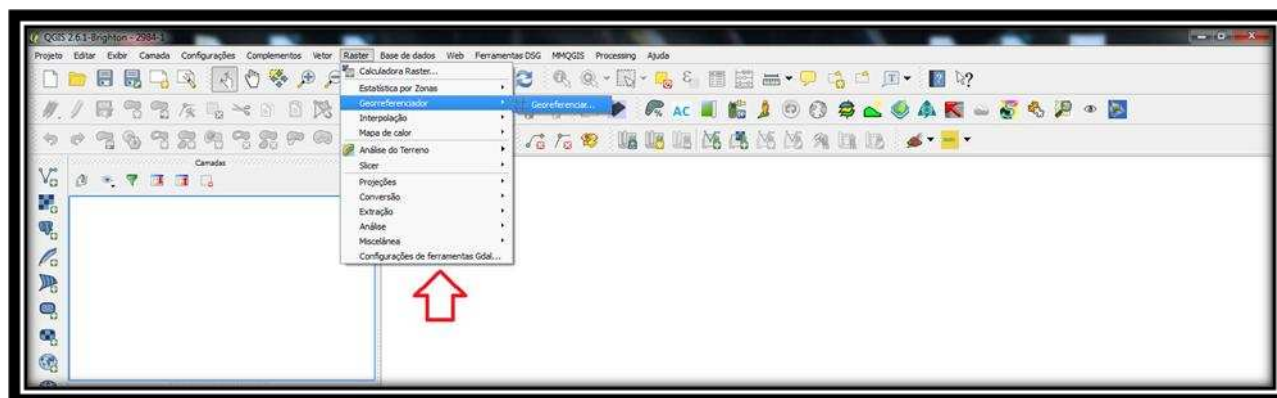



Fig 176 - Acessar o Georreferenciador do QGIS.

Uma tela auxiliar é exibida na qual você deve clicar em Arquivo > Abrir raster (Fig 177). Adicione o *Raster*, descarregado anteriormente.

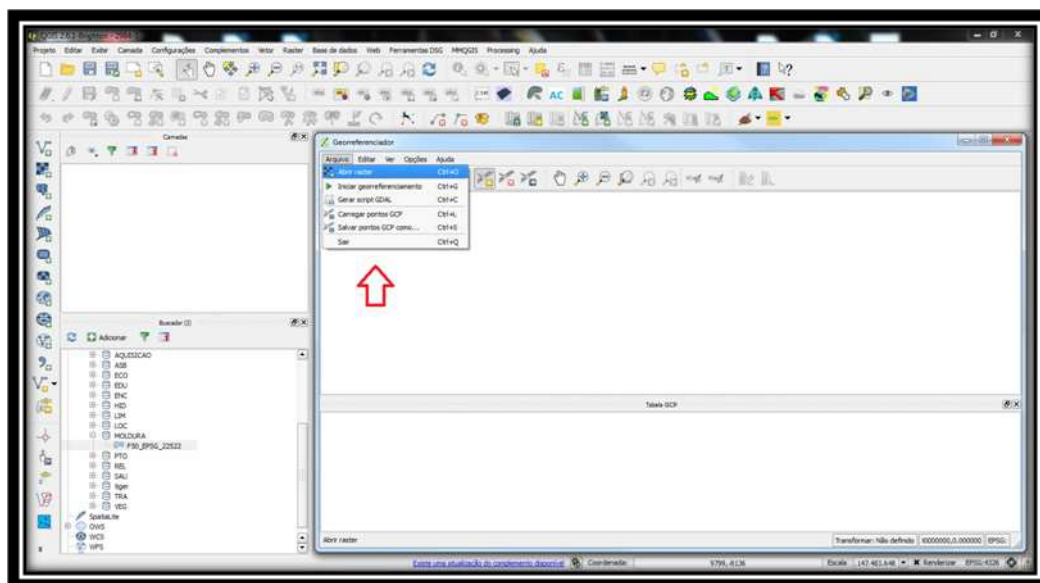



Fig 177 - Abrir arquivo raster no georreferenciador no QGIS.

Indique o caminho do arquivo *raster*. Em seguida uma nova caixa de diálogo será mostrada na qual é possível definir o Sistema de Coordenadas de Referência da Camada. Note que há uma mensagem de alerta: “Esta camada não parece ter alguma projeção especificada, esta camada terá sua projeção especificada como sendo igual à do Projeto, mas você pode mudar isso selecionando uma projeção diferente abaixo”. No caso da carta topográfica que foi escolhida para este tutorial não há necessidade de fazer alterações, portanto clique em OK (Fig 178). Imediatamente a carta topográfica é exibida na tela auxiliar (Fig 179).

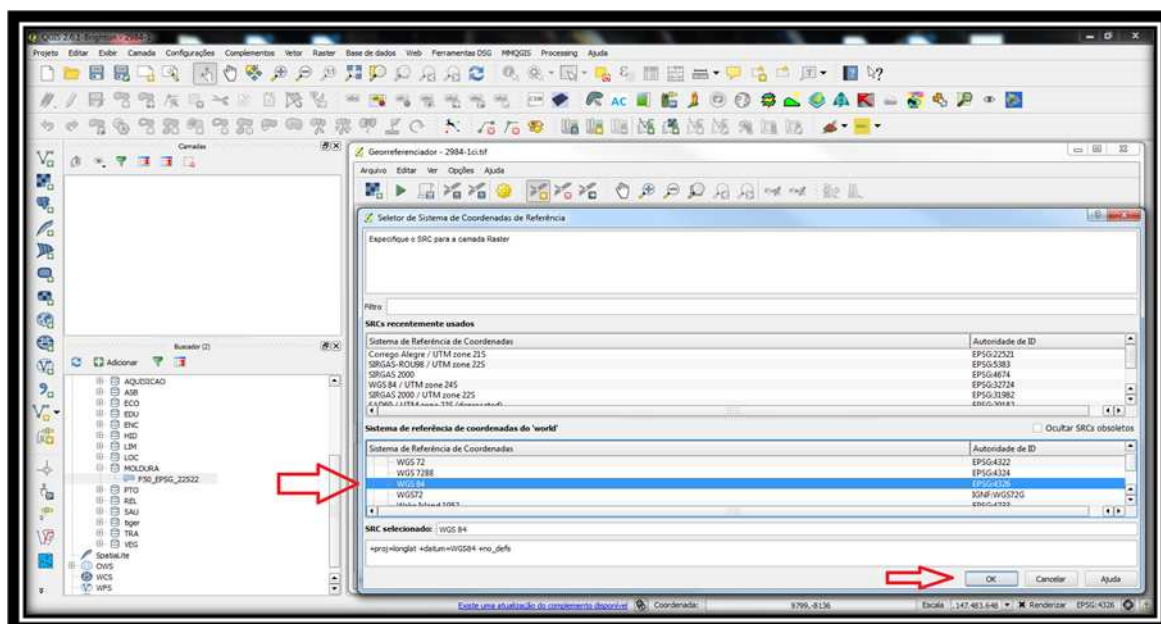



Fig 178 - Seletor do Sistema de Coordenadas no QGIS.

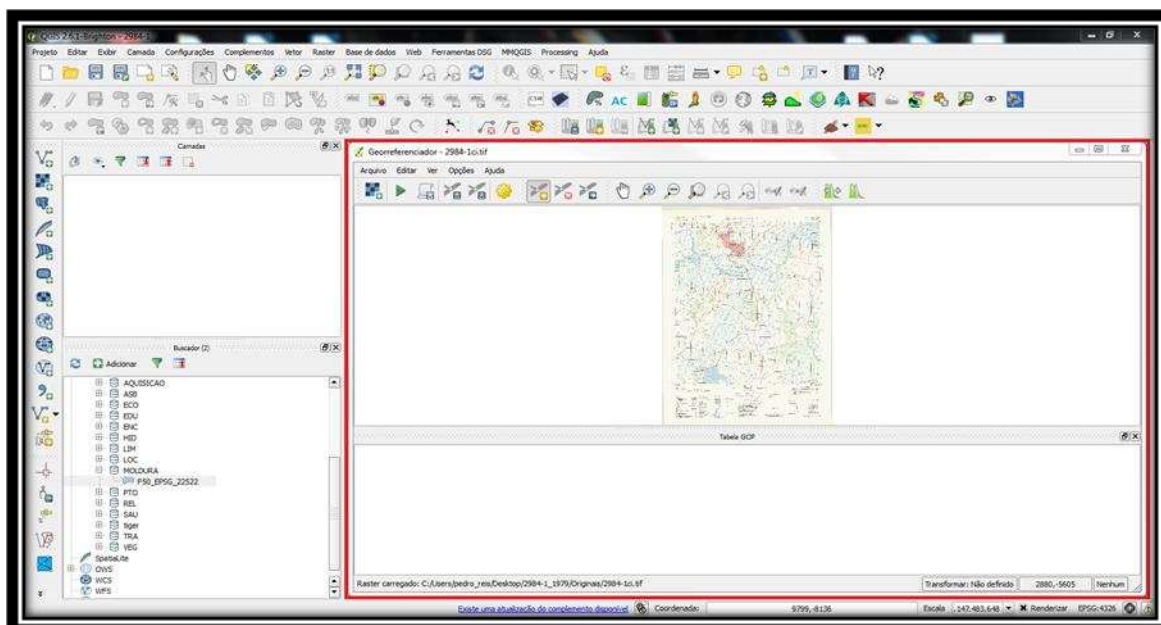



Fig 179 - Carta topográfica exibida no georreferenciador do QGIS.

Selecione o ponto próximo ao canto inferior esquerdo da carta topográfica. Para isso, aplique zoom no canto inferior esquerdo da carta topográfica e em seguida clique em Editar > Adicionar Ponto (Fig 180).

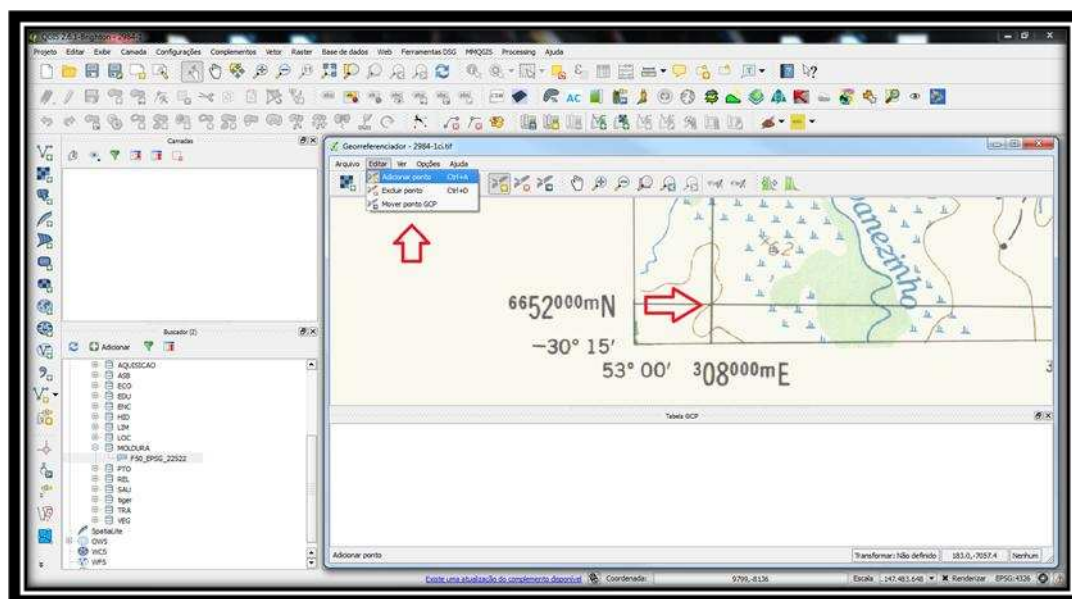



Fig 180 - Ponto próximo ao canto inferior esquerdo da carta topográfica.

Como exemplo, temos o primeiro ponto que será adotado para o georreferenciamento está na interseção das linhas do quadriculado UTM, sendo que a coordenada X consta como 308000m E e a coordenada Y consta como 6652000N m, respectivamente. Não se esqueça de adicionar os três zeros (000) caso sejam omitidos na folha.

Mova o cursor até o ponto desejado e clique com o botão esquerdo do mouse. Uma caixa de diálogo é mostrada onde as coordenadas devem ser digitadas. Em seguida clique em OK (Fig 181) e note que abaixo da imagem é mostrada uma tabela com a primeira linha preenchida.

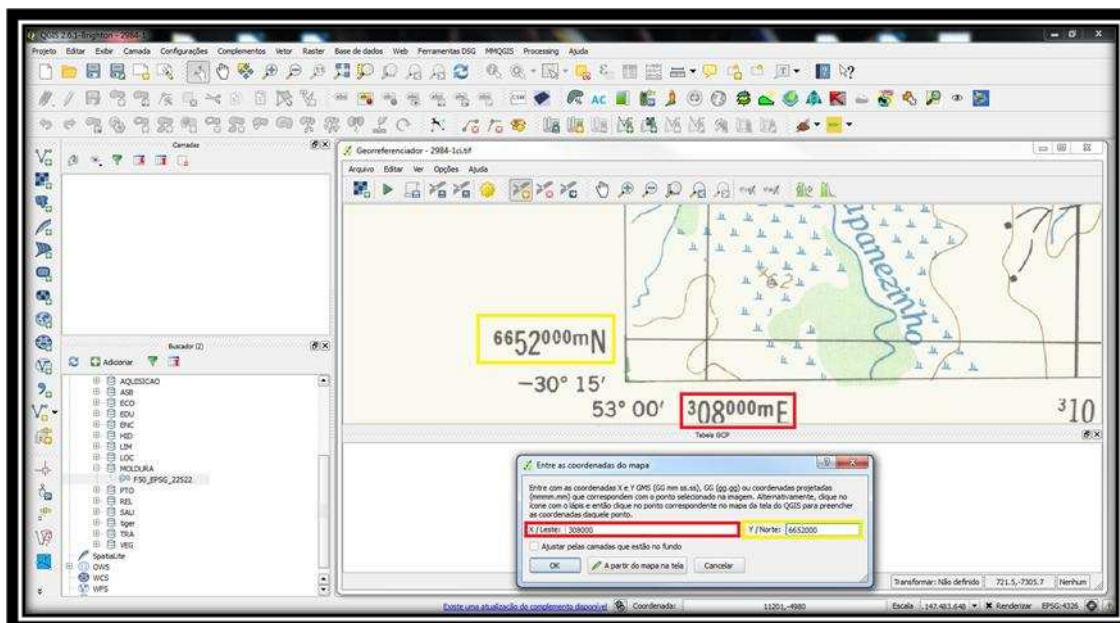



Fig 181 - Inserção do ponto do canto inferior esquerdo da carta no georreferenciamento.

Repita os passos anteriores para inserção dos outros 16 (dezesseis) pontos distribuídos de maneira homogênea na carta. Tendo criado os 17 pontos de controle clique em na seta verde para iniciar o georreferenciamento (Fig 182).

Fig 182 - Início do georreferenciamento.

Para tanto é necessário definir o tipo de transformação (clique em OK no aviso): Uma nova caixa de diálogo é exibida (Fig 183), na qual é possível escolher o tipo de transformação (mantenha Polinomial 2, que significa adotar como modelo matemático um polinômio de segundo grau, adequado ao número de pontos de controle escolhidos). É possível também escolher o método de reamostragem (mantenha vizinho mais próximo), o nível de Compressão (mantenha NONE). Em *Raster* de Saída clique no ícone para escolher o caminho onde salvar o arquivo e o nome desejado para ele (por padrão o QGIS sugere manter o nome atual do arquivo e acrescenta “modificado” na frente do nome, você deve alterar para o nome do arquivo, acrescido de “georreferenciado”. Em SRC de destino já constará o EPSG escolhido no início da operação. Habilite as caixas e clique em OK.

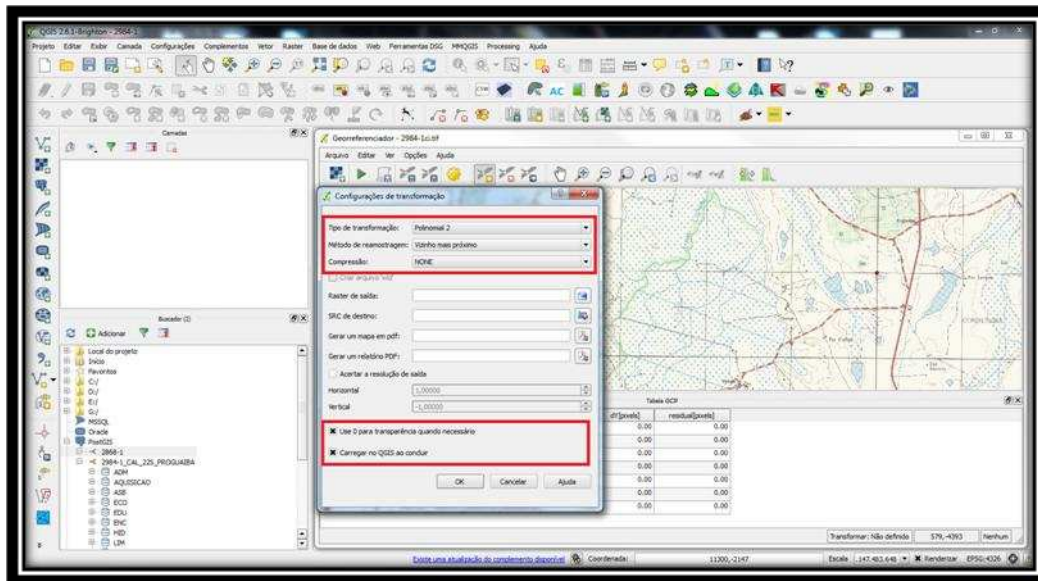



Fig 183 - Configuração dos parâmetros de transformação.

Pronto, a carta topográfica encontra-se georreferenciada. Para se georreferenciar imagens de satélite, pode-se empregar as mesmas em conjunto com uma carta topográfica já georreferenciada, conforme Fig 184.

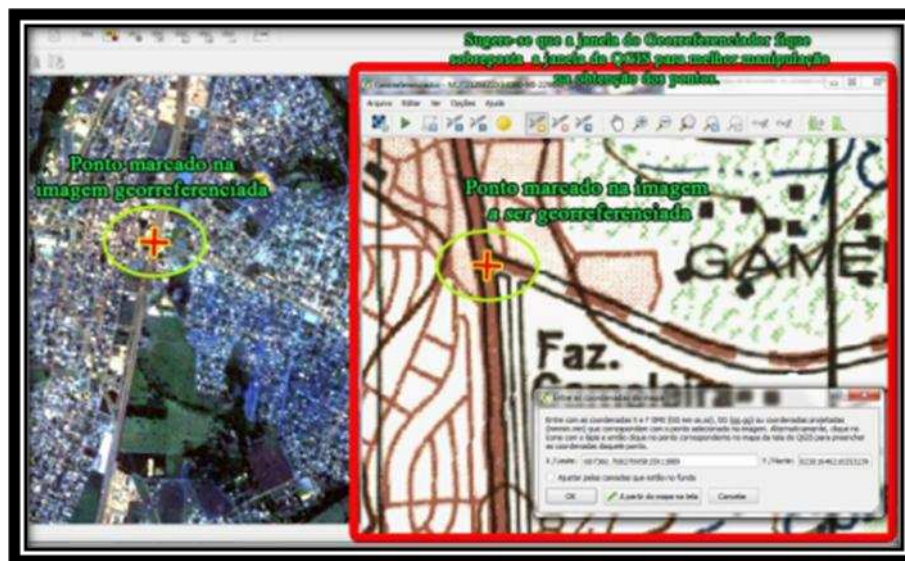



Fig 184 - Georreferenciamento de Imagem de Satélite.

O operador deve identificar na carta pontos que possam ser localizados facilmente na imagem de satélite e selecionar na carta e na imagem os mesmo pontos. Após isso, seguem-se os mesmos passos do Georreferenciamento das cartas topográficas. Deve-se atentar para os sistemas de projeções adotados pela imagem de satélite e pela carta topográfica.

Para o Georreferenciamento de imagens de satélite baixadas do Google Earth Pro, deve-se seguir os seguintes procedimentos:

Após a escolha das cenas o usuário, no QGIS, pode começar o processo de georreferenciamento. Assim, ele deve ir em Raster > Georreferenciador > Georreferenciar, conforme Fig 185.

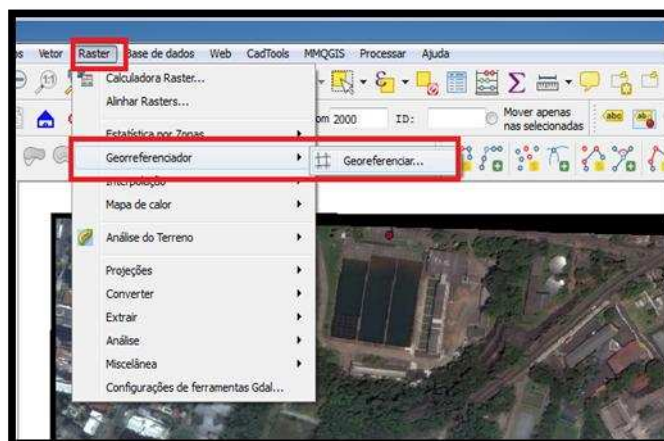



Fig 185 - Iniciando o georreferenciador.

Na Fig 186 e na Fig 187, o usuário deve configurar os parâmetros do georreferenciamento com o tipo de transformação geométrica que ele deseja utilizar, método de reamostragem de *pixels*, sistema de referência de coordenadas e o local onde o raster gerado será armazenado.

Fig 186 - Configuração da transformação.

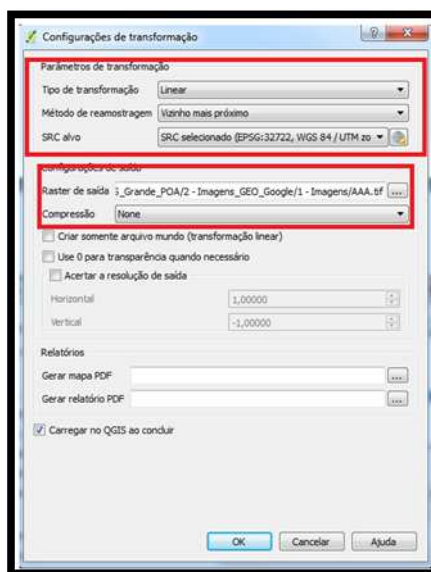



Fig 187 - Configurando os parâmetros do georreferenciamento.

Para a aquisição de poucos pontos (até 10 pontos) com espaçamento irregular entre eles, a transformação geométrica ideal a ser utilizada é a Linear, Helmert ou Polinomial 1. Quando o usuário possui muitos pontos (mais de 30) para o georreferenciamento, e os mesmos possuem uma espaçamento regular entre os mesmos, o usuário pode utilizar uma transformação geométrica polinomial de grau 2. Não é aconselhável a utilização de transformações geométricas de grau 3 uma vez que elas utilizam parâmetros (torção no eixo X e Y) que distorcem os *pixel* da imagem.

Após a definição dos parâmetros do georreferenciamento o usuário pode começar a selecionar os pontos que ele irá utilizar para o georreferenciamento, conforme Fig 188. Esses pontos serão aqueles gerados no grid da Fig 155.

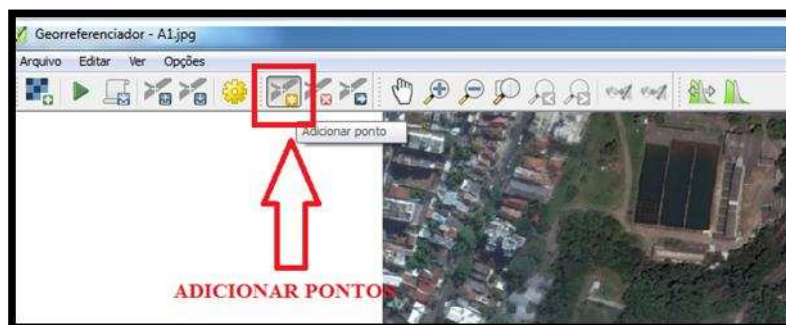



Fig 188 - Adicionando pontos ao georreferenciamento.

Na Fig 189, o usuário deve clicar com o botão esquerdo do mouse em cima do ponto adotado como referência e procurar o seu correspondente na imagem do Google Earth utilizando a opção “A Partir do mapa na tela”.

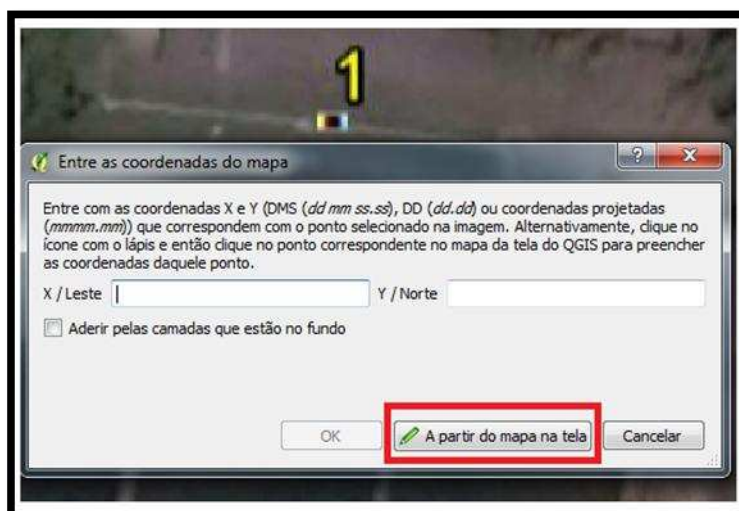



Fig 189 - Definindo coordenadas que serão utilizadas no georreferenciamento.

Cada ponto que for medido no grid e na imagem será armazenado na Tabela GCP (*Ground Control Points* - Pontos de Controle Terrestre) com as coordenadas no sistema de referência e nas coordenadas do espaço imagem (coordenadas de tela) conforme Fig 190.

Tabela GCP

Visível	ID	Fonte X	Fonte Y	Dest. X	Dest. Y	dX (pixels)	dY (pixels)	Residuais (pixels)
☑	0	165,12	-77,8299	478195	6,67435e+06	0	0	0
☑	1	1275,64	-43,7543	478445	6,67435e+06	0	0	0
☑	2	164,016	-1192,2	478195	6,6741e+06	0	0	0
☑	3	1262,06	-1149,64	478445	6,6741e+06	0	0	0
☑	4	2423,75	-1127,83	478695	6,6741e+06	0	0	0
☑	5	3574,12	-1097,13	478945	6,6741e+06	0	0	0
☑	6	3631,18	-2267,9	478945	6,67385e+06	0	0	0
☑	7	139,623	-2343,18	478195	6,67385e+06	0	0	0
☑	8	1258,63	-2336,49	478445	6,67385e+06	0	0	0
☑	9	2454,19	-2299,58	478695	6,67385e+06	0	0	0

Fig 190 - Coordenadas medidas para o georreferenciamento.

Após a definição dos parâmetros do georreferenciamento e a medição dos pontos na imagem e no seu correspondente no produto de referência (grid) o usuário deve selecionar o menu Iniciar Georreferenciamento conforme Fig 191

Fig 191 - Iniciar o georreferenciamento.

6.3 GERAÇÃO DE MDT A PARTIR DE CURVAS DE NÍVEIS

Para criarmos um Modelo Digital do Terreno a partir de Curvas de Níveis, devemos obter as curvas de nível diretamente do BDGEx, salvá-las em nosso computador e importá-las para um projeto. Após isso, devemos abrir a opção Raster > Interpolação, conforme Fig 192.

Fig 192 - Caixa de Interpolação

Abrirá uma janela, na qual o usuário deve definir os parâmetros da interpolação, conforme apresentado na Fig 193 e descrito a seguir:

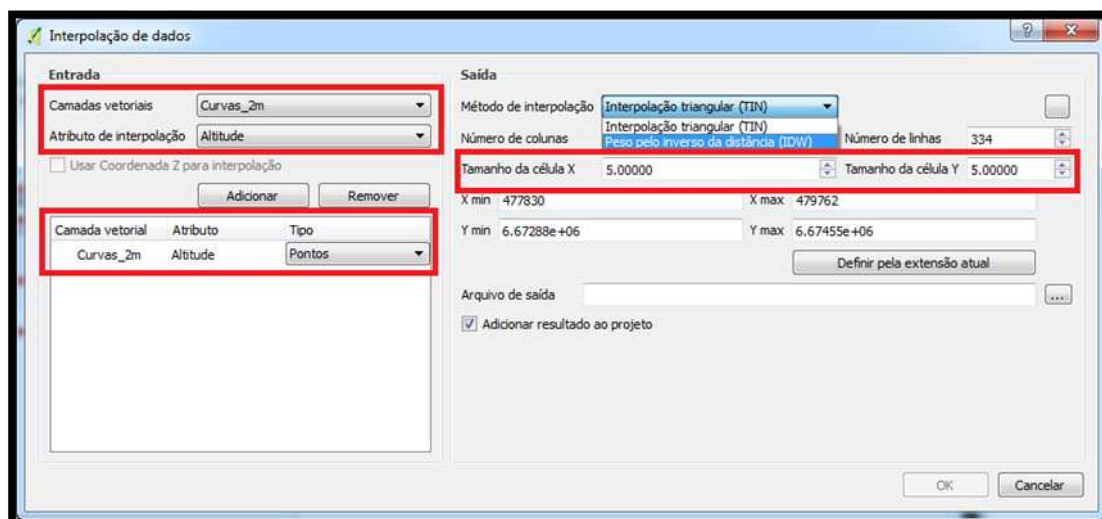



Fig 193 - Definição dos parâmetros

- No campo Entrada o usuário deve selecionar a camada vetorial correspondente às curvas de nível.

- No campo atributo da interpolação, o usuário deve selecionar o campo correspondente aos valores da equidistância das curvas de nível Lembre-se também de indicar um tamanho de célula compatível com suas curvas de nível.

- No campo método de interpolação o usuário deve selecionar a opção pelo inverso da distância (IDW).

- Nos campos tamanho da célula em X e tamanho da célula em Y o usuário deve informar o tamanho da resolução espacial do arquivo matricial que será gerado.

- No campo, arquivo de saída, o usuário deve escolher o diretório onde o arquivo será salvo.

Nesse exemplo foi utilizado o valor de 5 metros de resolução espacial.

Na Fig 194 temos um exemplo do arquivo gerado.

Após essa etapa será gerado um arquivo matricial com uma extensão de formato "*.asc*". O usuário deve, então, clicar com o botão direito do mouse em cima do arquivo matricial gerado e selecionar a opção salvar como, conforme Fig 194.

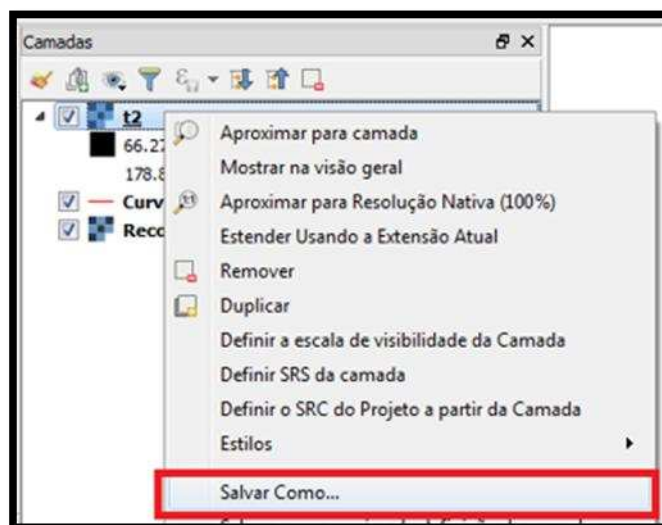



Fig 194 – Salvando o arquivo gerado.

A seguir, o usuário deve selecionar a opção “Dados Brutos” e em “Salvar Como” o diretório onde o MDT será salvo, conforme Fig 195.

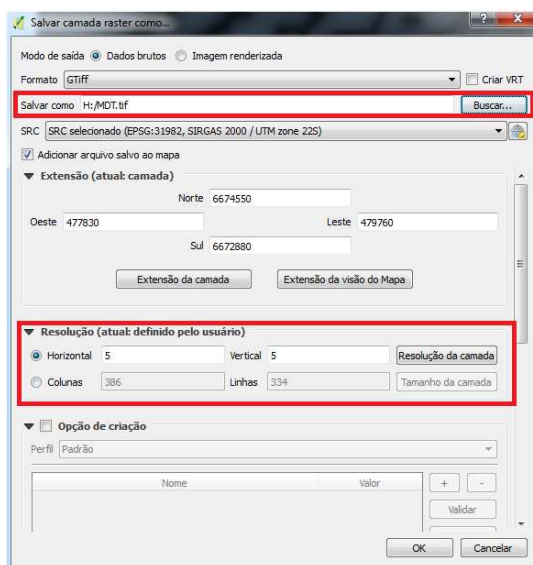



Fig 195 - Geração do MDT

Vale lembrar que é muito importante que se indique o valor da resolução do raster a ser gerado. Em seguida, rode o processamento. O resultado é o apresentado na Fig 196.

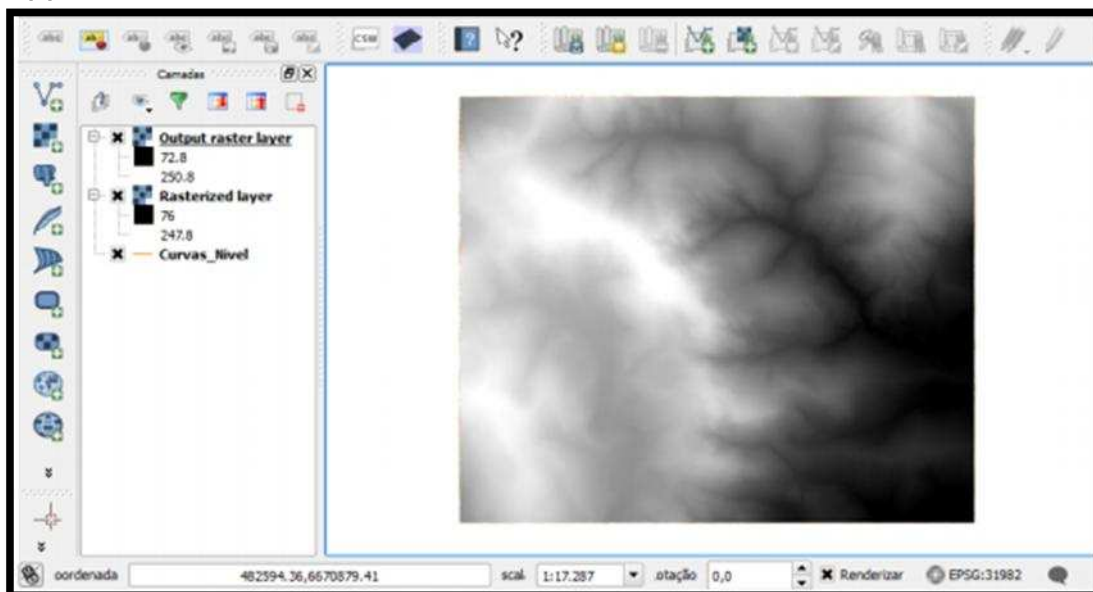



Fig 196 - MDT Gerado com Sucesso

CAPÍTULO VII
MAPAS TEMÁTICOS

Os mapas temáticos se caracterizam por representar graficamente algum fenômeno ocorrido na superfície terrestre de forma gráfica. Para isso emprega ilustrações, composições de cores e camadas, bem como símbolos e legendas para apresentar este fenômeno de forma clara, objetiva e simples ao leito do mapa.

São exemplos de mapas temáticos os seguintes mapas: históricos, demográficos, econômicos, políticos, físicos, turístico, populacional, de transportes, climático, pluviométrico, de trafegabilidade de blindado entre outros. Para confecção destes mapas, um importante conceito é a capacide de editar os estilos dos planos de informações.

7.1 EDIÇÃO DE ESTILOS

A edição de estilos é empregada principalmente em dados vetoriais, contudo serão apresentados casos de edição de estilos de arquivos matriciais, quando se fizerem necessário. Dessa forma temos o que se segue:

7.1.1 SIMBOLOGIA

A simbologia define como as camadas vetoriais serão representadas na área de desenho, ou seja, como as camadas serão desenhadas no QGIS. Há quatro representações básicas: símbolos simples, símbolos categorizados, símbolos graduados e símbolos baseados em regra, as quais são aplicadas tanto para vetores do tipo ponto, como dos tipos linha e polígono. Alguns desses vetores possuem algumas outras representações, as quais serão abordadas mais adiante.

a) Simbologia de arquivos do tipo ponto

A representação de arquivos vetoriais tipo ponto pode ser representado de várias maneiras. Para isso, clique sobre a simbologia contida na caixa Estilo, conforme a Fig 197.

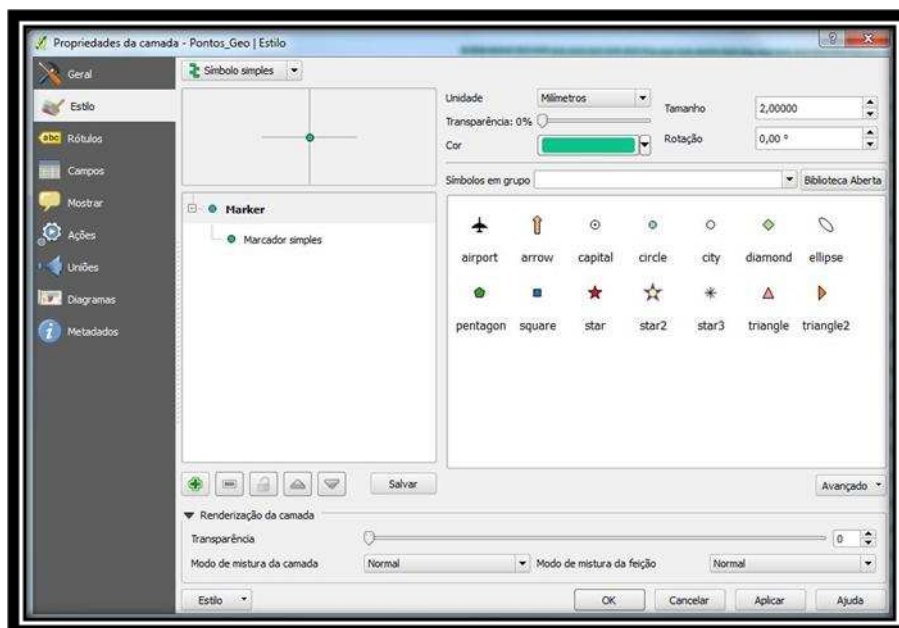



Fig 197 - Estilo de Camada no QGIS.

Ao adicionar uma camada vetorial o usuário pode alterar a sua simbologia. Colocando a representação símbolo simples, por padrão do software existe alguns tipos como círculos, estrelas, losangos, quadrados, etc. Essa representação também pode ser realizada baseada em regras a partir da tabela de atributos desses pontos.

Após a configuração a critério do usuário, pode-se salvar um arquivo de estilo padrão, conforme Fig 198, de modo que ao ser criado outro projeto essa etapa seja realizada de maneira automática esse arquivo possui a extensão tipo *".qml*".

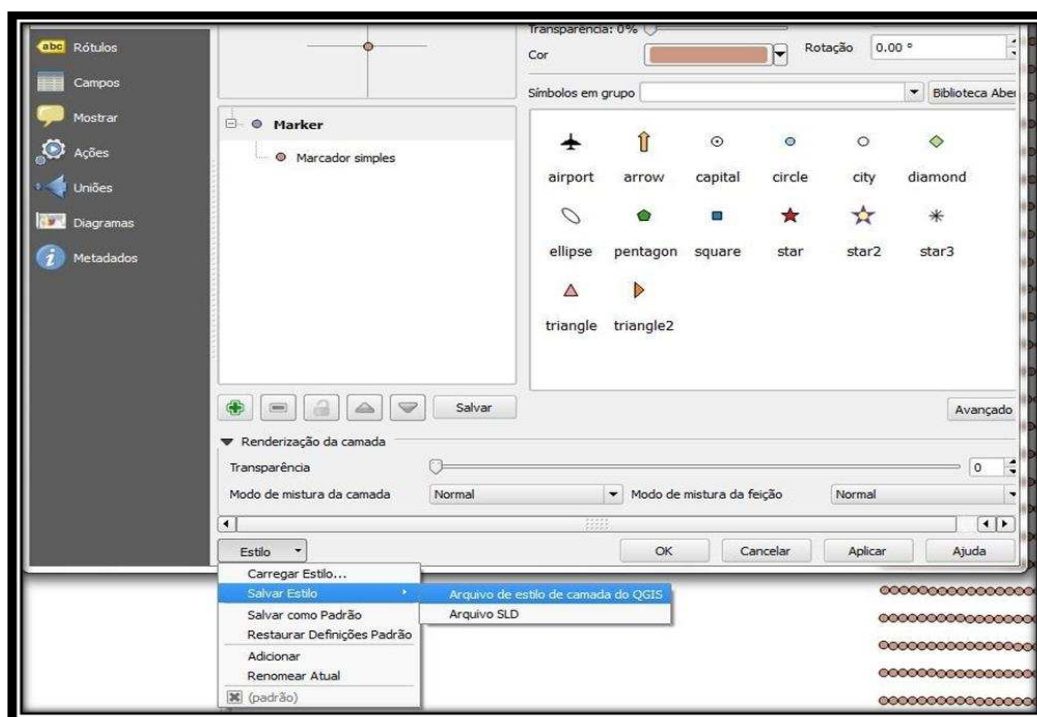



Fig 198 - Salvar Estilo no QGIS.

Uma opção de símbolos muito importante é empregar arquivos vetoriais do formato SVG para edição de feições tipo linha. Esses arquivos podem ser criados e importados. Para inserir um arquivo SVG deve-se ir em “marcador simples” > Tipo de Camada Símbolo > Marcador SVG. Ao se realizar essa operação aparecerá uma lista com diversos marcadores pré-existentes no QGIS, conforme Fig 199. Há a possibilidade, como já dito, de se adicionar marcadores personalizados, como o apresentado na Fig 200 e na Fig 201. Pode-se, dessa forma, incluir todos os símbolos militares previstos no Manual De Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas (MD33-M-02).

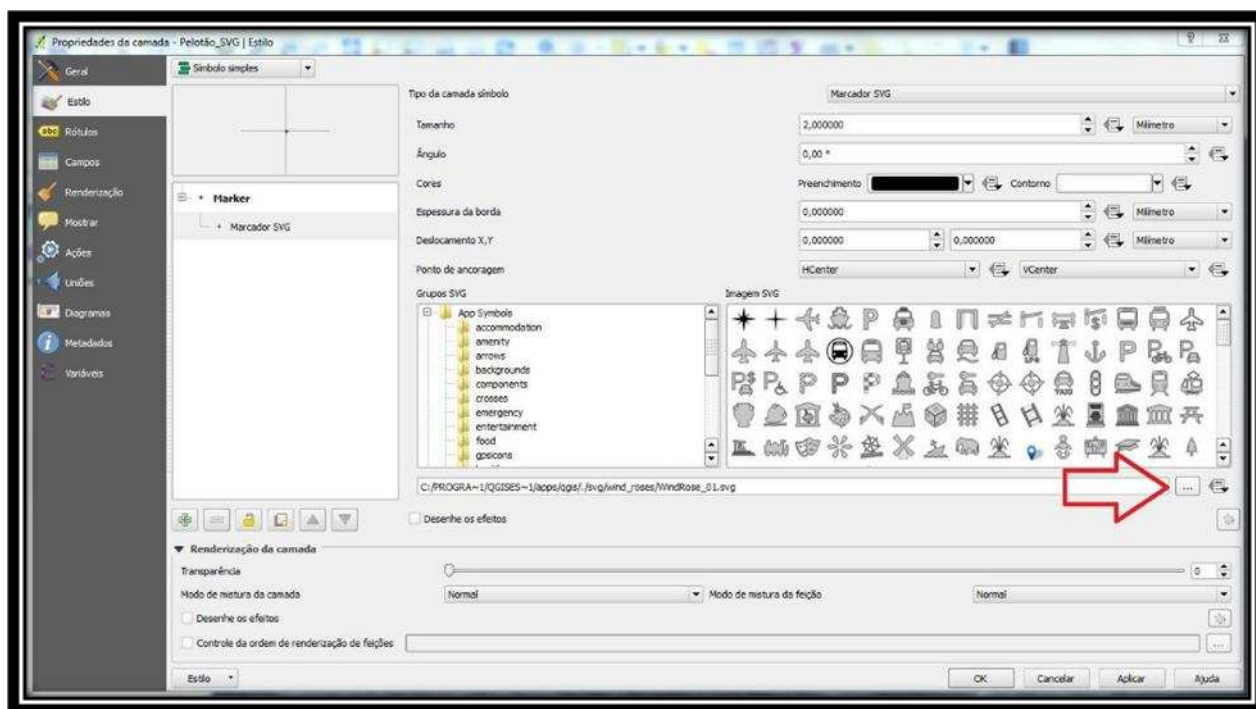



Fig 199 - Inserindo Marcador SVG

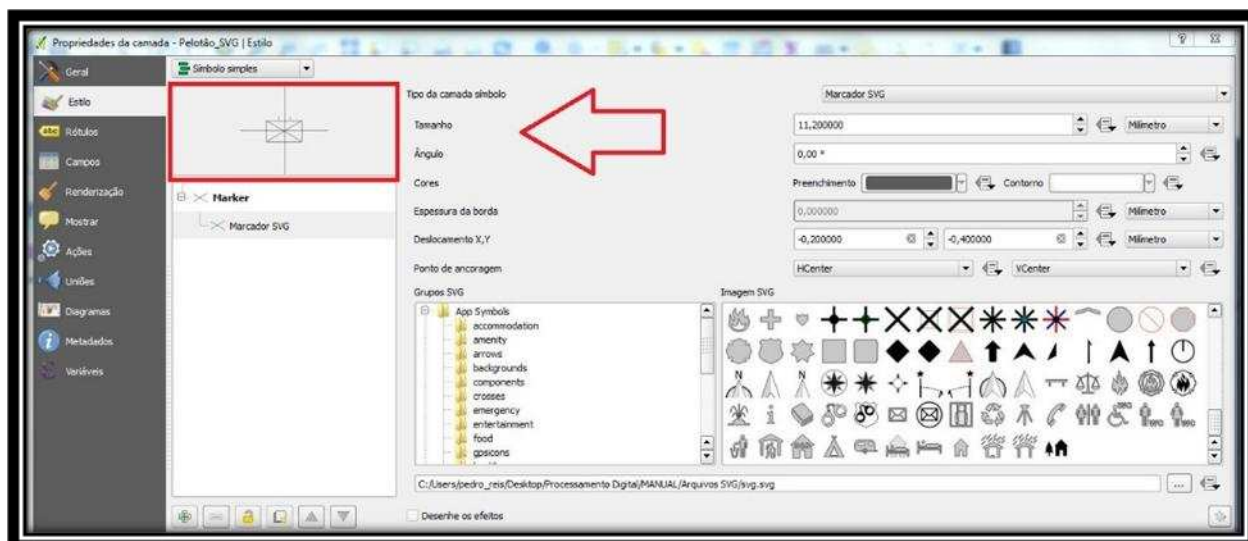



Fig 200 - Símbolo inserido

Fig 201 - Imagem da Simbologia no Terreno

- Simbolização de arquivos do tipo linha

A representação de feições tipo linha, podem ser manipuladas de maneira análoga a abordada no item anterior, contudo, observe que não é possível inserir marcadores SVG. A representação da Fig 202 está baseada numa regra, que é dependente de seus atributos.

Fig 202 - Estilo Baseado em Regra

- Simbolização de feições tipo polígono

Nesse tipo de representação os estilos padrão do software são bem simples. Mas ela também pode ter sua representação baseada em regra. A Fig 203 apresenta uma visão geral das configurações de estilos de polígono.

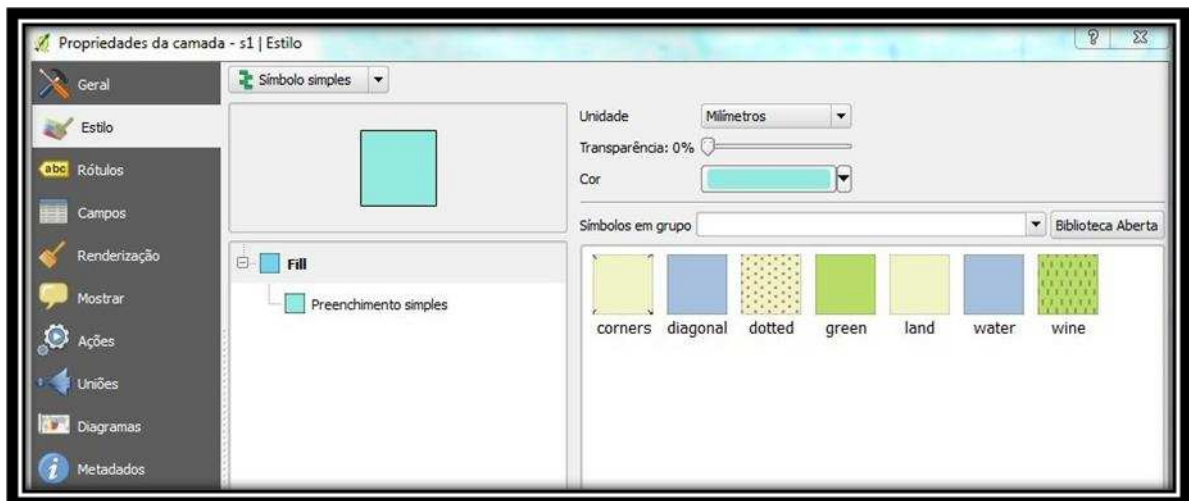



Fig 203 - Simbolização de feição tipo polígono no QGIS

7.1.2 VISUALIZAÇÃO DE ACORDO COM A ESCALA

Algumas vezes é possível ver que uma dada camada não deve ser exibida sempre na área de desenho do QGIS, isso ocorre normalmente para camadas com muita informação quando são visualizadas em escalas muito pequenas.

Para resolver esse problema o QGIS permite que camadas sejam exibidas somente em um determinado intervalo de escalas. Desta forma, no caso acima, poderíamos determinar que a camada de edificações seja apenas exibida até uma determinada escala, por exemplo, 1:25.000. Desta forma, ao se colocar a área de desenho do QGIS em uma escala menor como, por exemplo, 1:100.000 essa camada não seria desenhada.

Para habilitar a renderização (desenho de camadas) baseada em escala, execute os seguintes passos: Abra as propriedades da camada (botão direito na camada) > Clique em "Geral" > Habilite "Escala dependente da visibilidade" (conforme Fig 204) > Defina as escalas desejadas, mínima e máxima (como se pode ver na Fig 205).

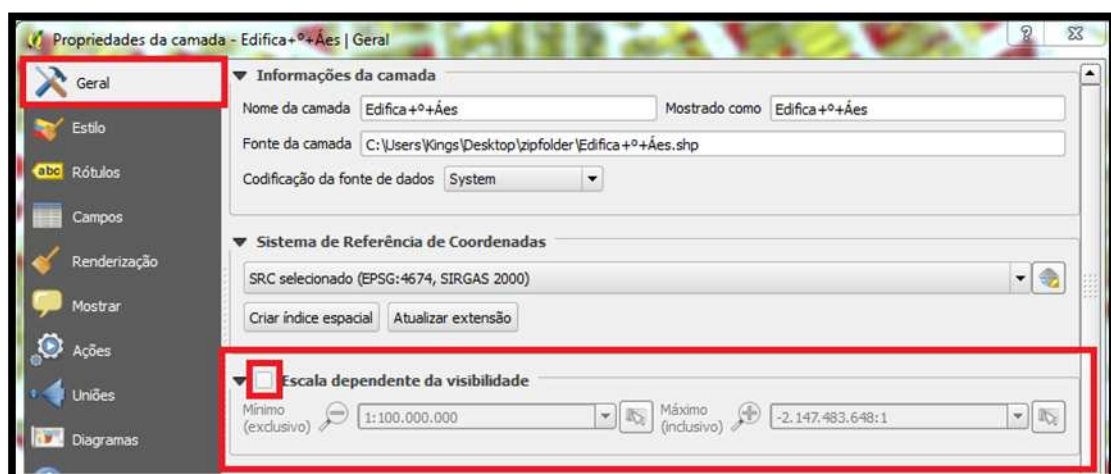



Fig 204 - Visibilidade Baseada em Escala

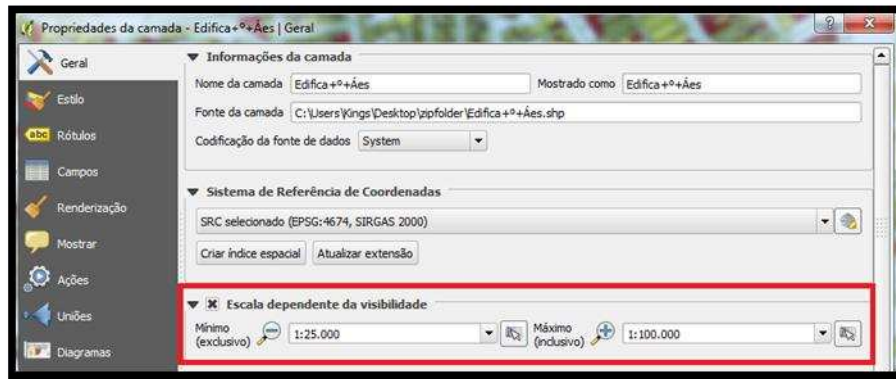



Fig 205 - Definição da Escala de Visibilidade

7.1.3 SIMBOLIZAÇÃO BASEADA EM REGRA

A simbolização baseada em regra é muito útil quando se deseja trabalha com apenas uma parte das informações contidas no arquivo vetorial, sem editar o mesmo. Contudo, a simbolização baseada em regra pode parecer um pouco complexa, pois há a necessidade de se trabalhar com lógica computacional.

Para empregarmos a simbolização baseada em regra devemos acessar as propriedades da camada e clicar em Estilos e alterar a aba “Símbolo Simples” para “Baseado em Regra”. Após isso, as regras devem ser criadas clicando-se duas vez com o botão esquerdo em “(sem filtro)”, ao passo que abrirá uma nova janela para se configurar a regra. Para cada nova regra desejada deve-se clicar no ícone de “+”, conforme pode ser visto na Fig 206.

Para configurar a regra, os seguintes campos devem ser preenchidos:

- Rótulo: Um nome que identifique a regra;

- Filtro: A regra em si. Deve-se clicar em “...” para acessar a calculadora de expressões;

- Descrição: Descrição sumária para outros usuários entenderem a regra criada;

- Intervalo de escala: Caso deseje que a regra só valha em determinado intervalo de escala;

- Símbolo: O símbolo correspondente para aquela regra.

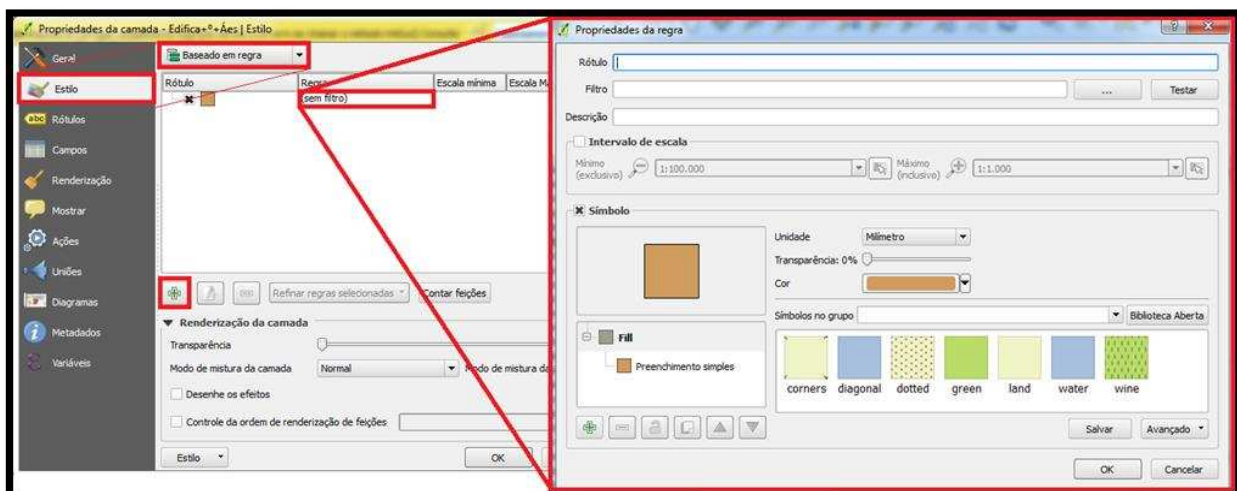



Fig 206 - Simbologia baseada em regra

Empregando esses conceitos em um arquivo vetorial de prédios, os mesmos foram estilizados de acordo com sua altura, onde os prédios com menos de 15 metros foram classificados como “baixos” e os demais como “altos”. A Fig 207 apresenta as regras criadas (“ALTURA”<15 e “ALTURA”>=15).

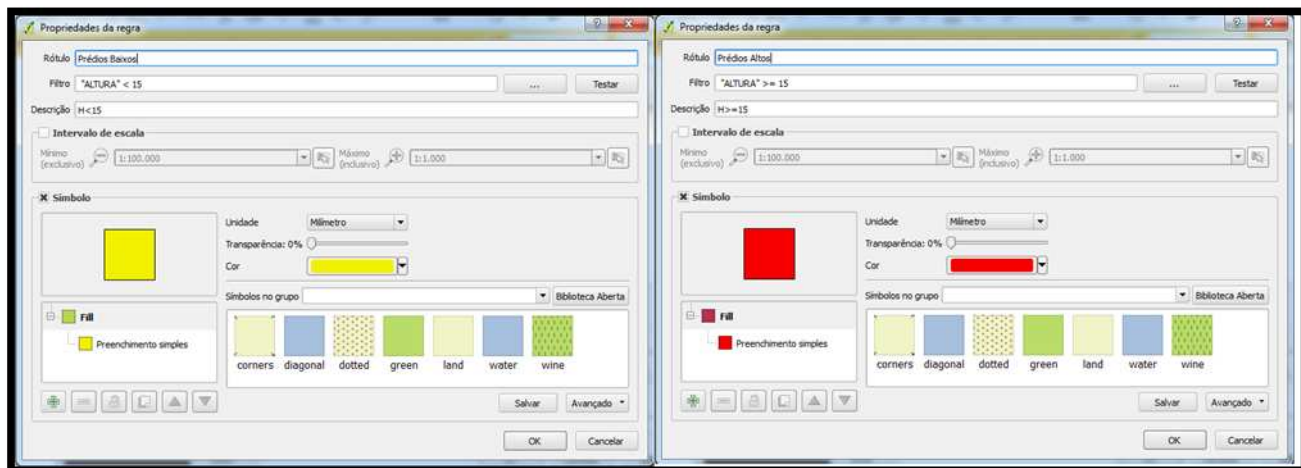



Fig 207 - Regras de Simbolização.

O resultado dessa simbolização de acordo com a escala é apresentado na Fig 208.

Fig 208 - Resultado da Simbolização Baseada em Regra.

7.1.4 RÓTULOS

No QGIS há um número de características que melhoram a rotulagem (forma de apresentar no mapa uma característica de atributo). Na Fig 209 em azul é destacado onde ativar a rotulação e com que dado rotular. Os seguintes menus (destacados em vermelho na Fig 209) foram criados para identificar as camadas de vetores:

- •Texto
- •Formatação
- •Buffer
- •Pano de fundo
- •Sombra
- •Localização

•Desenhando (Renderizar)

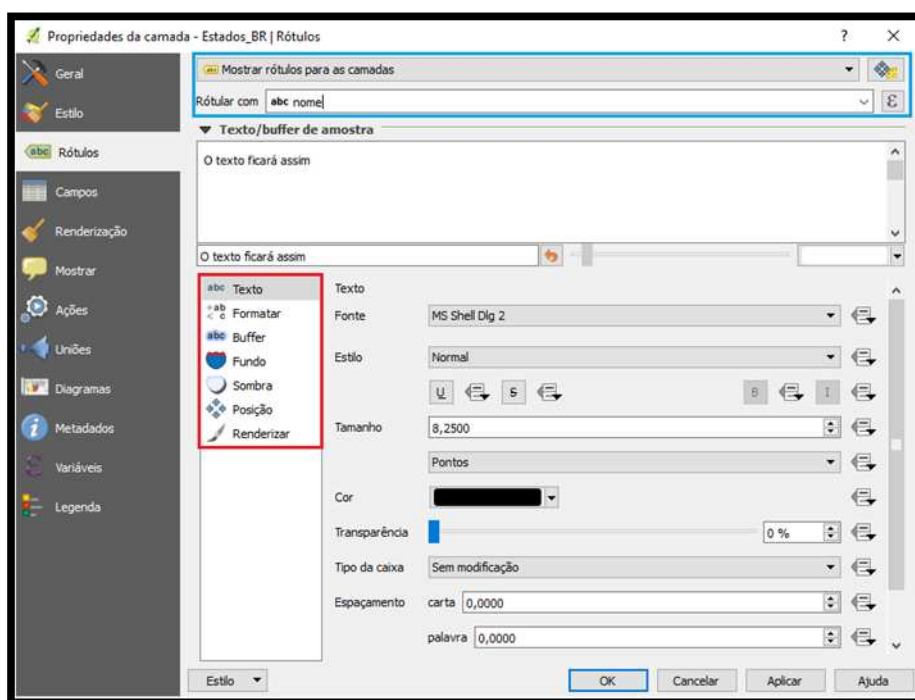



Fig 209 - Rótulos no QGIS.

Após a rotulação é apresentada na camada a informação rotulada da forma que foi configurada, como no exemplo da figura abaixo:

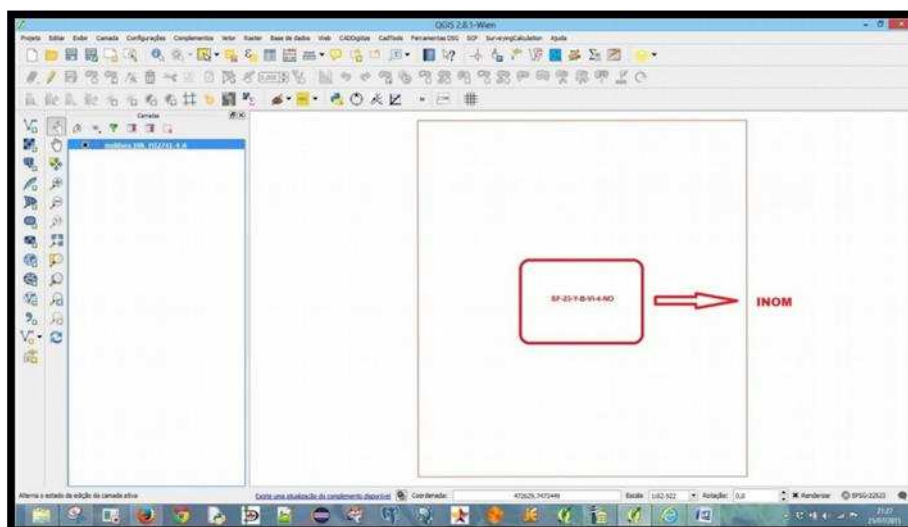



Fig 210 - Camada Rotulada.

Dependendo de como o mapa está sendo renderizado a forma como os rótulos estão sendo apresentados pode não ser apropriada. Para resolver isso o QGIS permite que as opções de rotulação sejam alteradas seguindo os próximos passos:

•Abra a janela de criação de rótulo como mostrado anteriormente.

•Selecione “Texto” e edite as opções conforme figura abaixo.

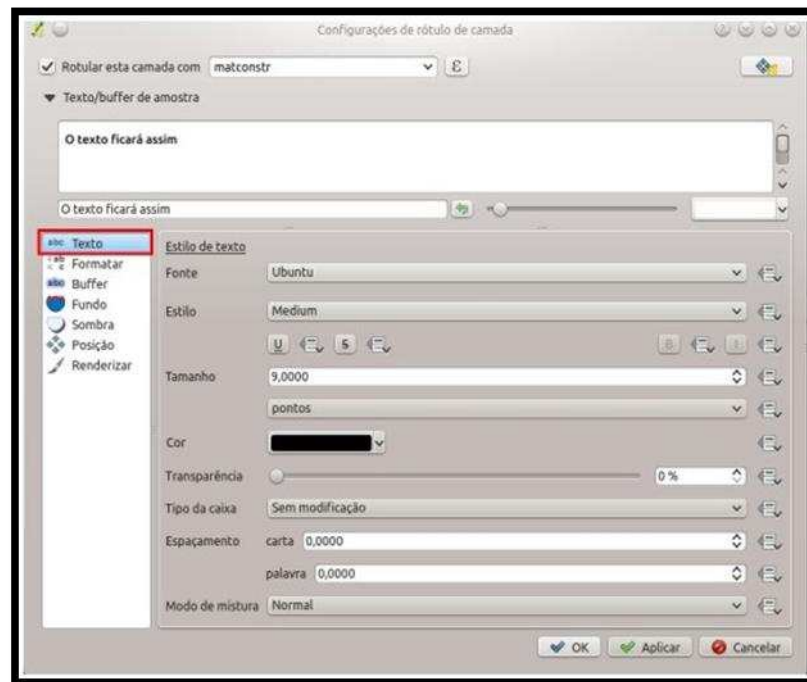



Fig 211 - Modificando Ajustes no QGIS.

Selecione "*Buffer*" (uma área envoltória ao texto) edite as opções conforme figura abaixo.

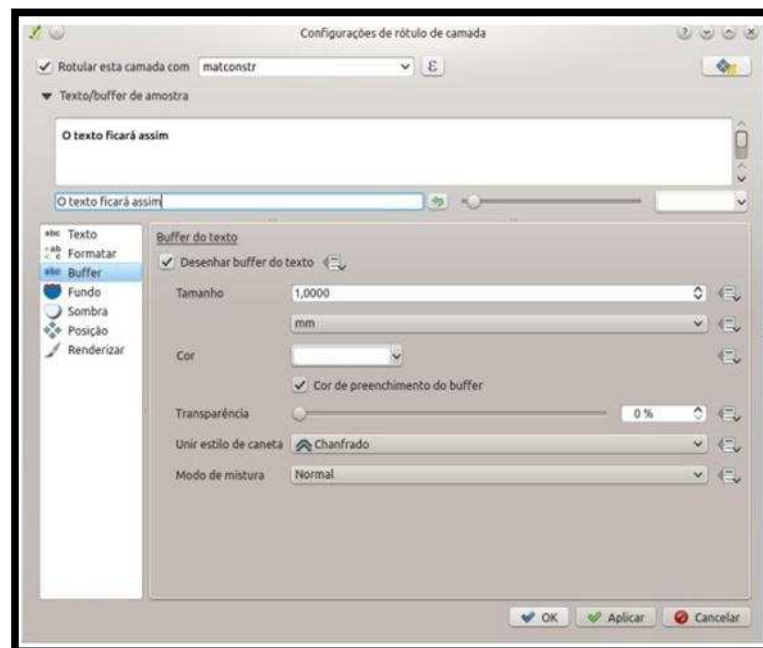



Fig 212 - Ajustes tipo "buffer".

Para editar o posicionamento dos rótulos é necessário realizar os seguintes procedimentos:

- Abrir a tabela de atributos da feição que se queira editar os rótulos (Fig 213);

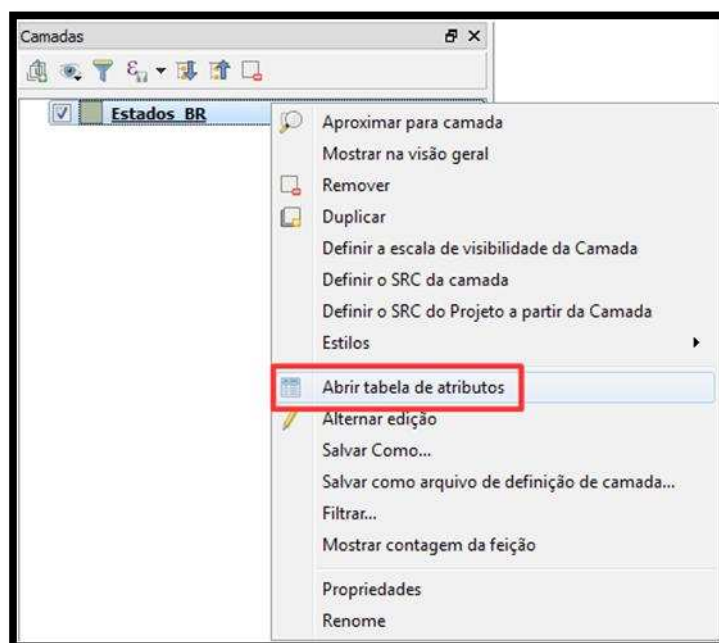



Fig 213 - Abrir tabelas de atributo.

- Habilitar a edição e acrescentar um campo com nome "x" do tipo real (double):

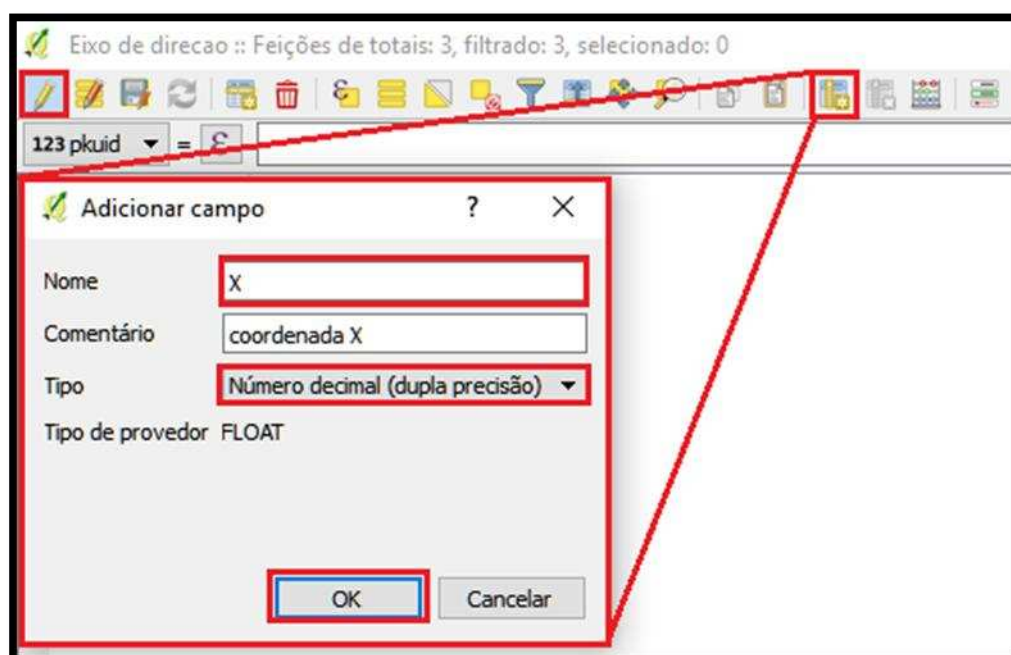



Fig 214 - Criando novo campo.

- Repetir o processo para criar os campos "y" e "rotacao" também do tipo real.

- Associar os campos criados às configurações de posicionamento dos rótulos na aba de propriedades (Fig 215);

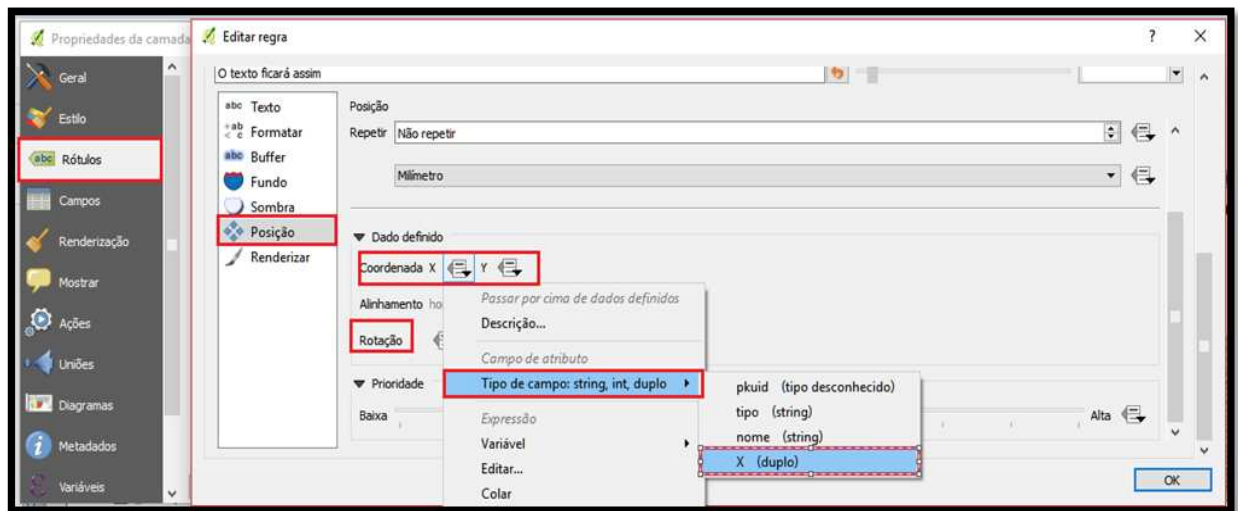



Fig 215 - Habilitando a edição do Rótulo.

- Repetir o processo para a coordenada Y e para Rotação, associando os campos correspondentes para cada atributo;

- Após esse processo as ferramentas de edição de rótulos (mover, rotacionar e modificar rótulo) ficarão habilitadas (Fig 216);

Fig 216 - Ferramentas de edição de posição dos rótulos.

Dessa forma, basta clicar sobre o ícone da ferramenta que se queira utilizar e, em seguida, selecionar o rótulo a se editar. Para se editar rótulos o modo de EDIÇÃO da feição deve estar habilitado.

7.2 MAPAS QUALITATIVOS

Um mapa pode ser denominado Qualitativo quando suas informações puderem ser classificadas em categorias, como, por exemplo, “Excelente”, “Muito Bom”, “Bom”, “Regular” e “Insuficiente” ou nomes de bairros, regiões, estados, países, etc.

Criaremos um mapa com a divisão do Brasil por Regiões. Para isso, foi empregado um arquivo vetorial com a divisão do Brasil em Estados. Lembrando que para geração do mapa temático é necessário que haja na tabela de atributos os dados que se deseja espacializar. Neste novo caso, será utilizado o campo “Região”, que divide o país de acordo com as regiões oficiais. Cada região do Brasil será preenchida com uma cor diferente. Este procedimento é mesmo para arquivos do tipo ponto, linha e polígono.

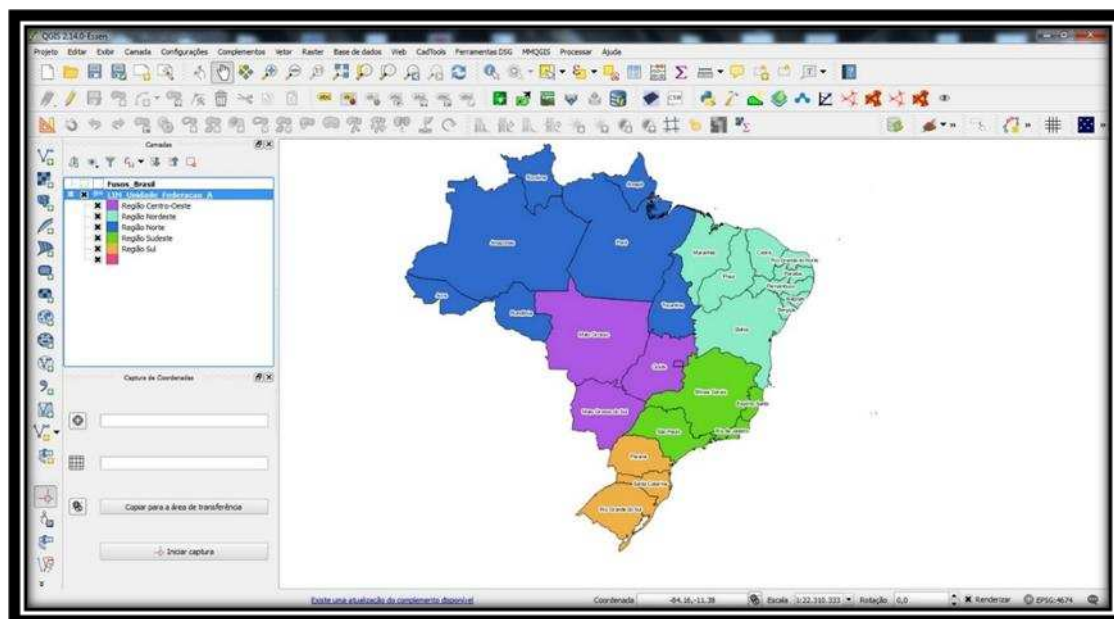



Fig 217 - Mapa Qualitativo no QGIS.

PASSO 1: Acesse as “Propriedades da camada” pelo menu Camada > Propriedades.

PASSO 2: Escolha a aba “Estilo”. Altere o tipo de estilo de “Símbolo Simples” para “Categorizado”, que é a opção utilizada para o mapeamento de dados nominais. (Fig 218)

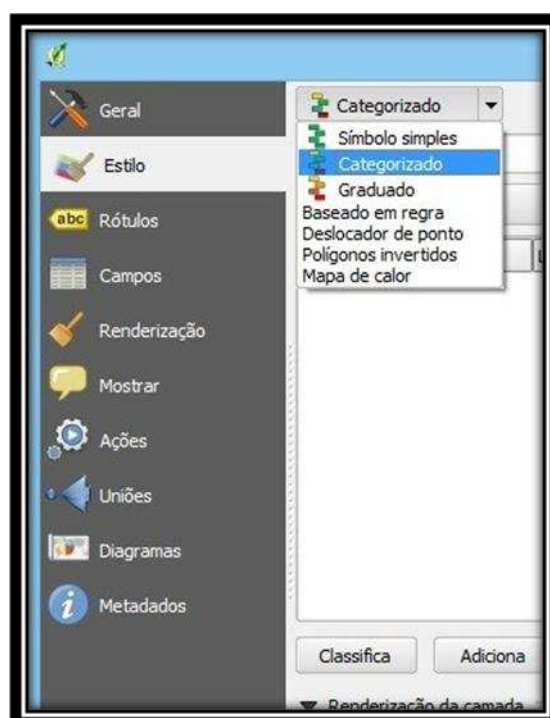



Fig 218 - Estilo de Camada.

PASSO 3: A escolha das cores pode ser feita de várias formas. Neste exemplo, no parâmetro “cor do dégradé”, empregara-se as seguintes opções: “Nova cor de rampa”, “Compositor de cores” e na sequência “Espectral”.

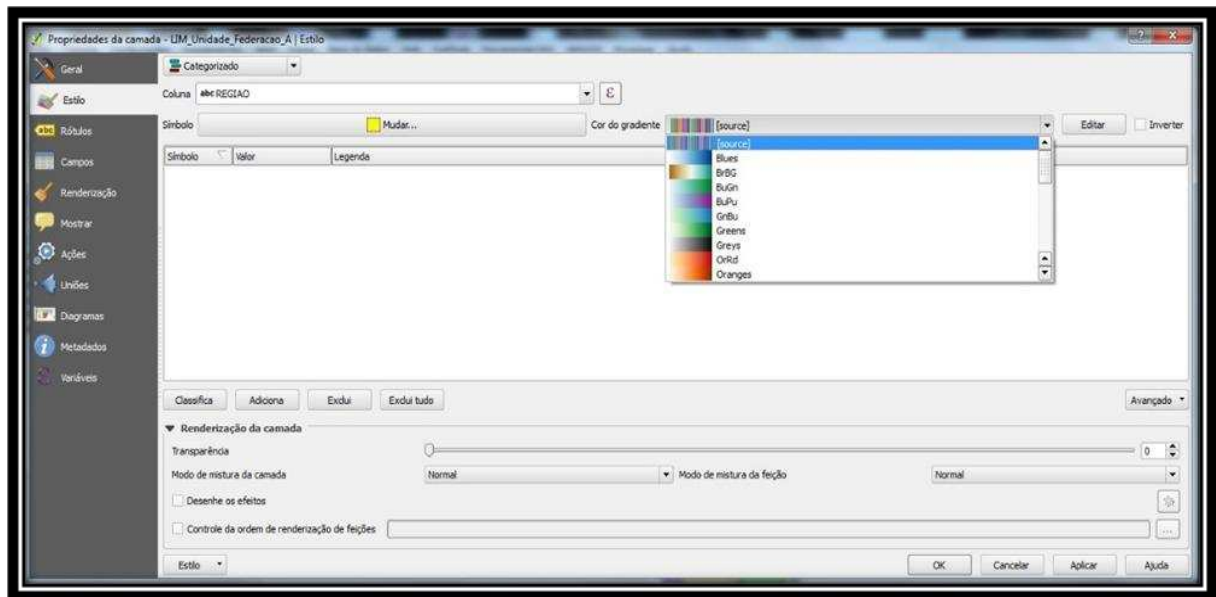



Fig 219 – Esquema de cores

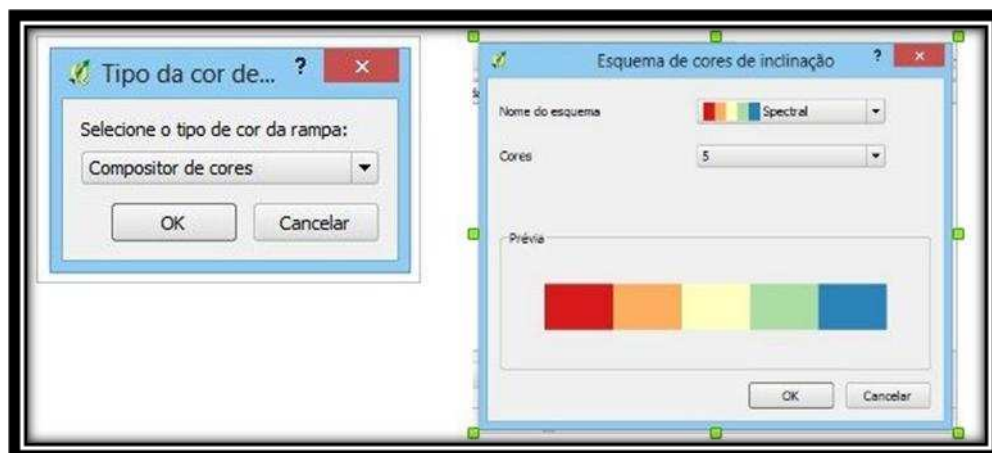



Fig 220 - Esquema de Cores.

PASSO 4: Escolha a coluna da tabela que será a base da classificação (Região, neste caso). Clique em “Classifica”. Caso queira excluir alguma das classes, clique em “Exclui”. Após as devidas alterações, clique em “Aplicar” e depois em “Ok”.

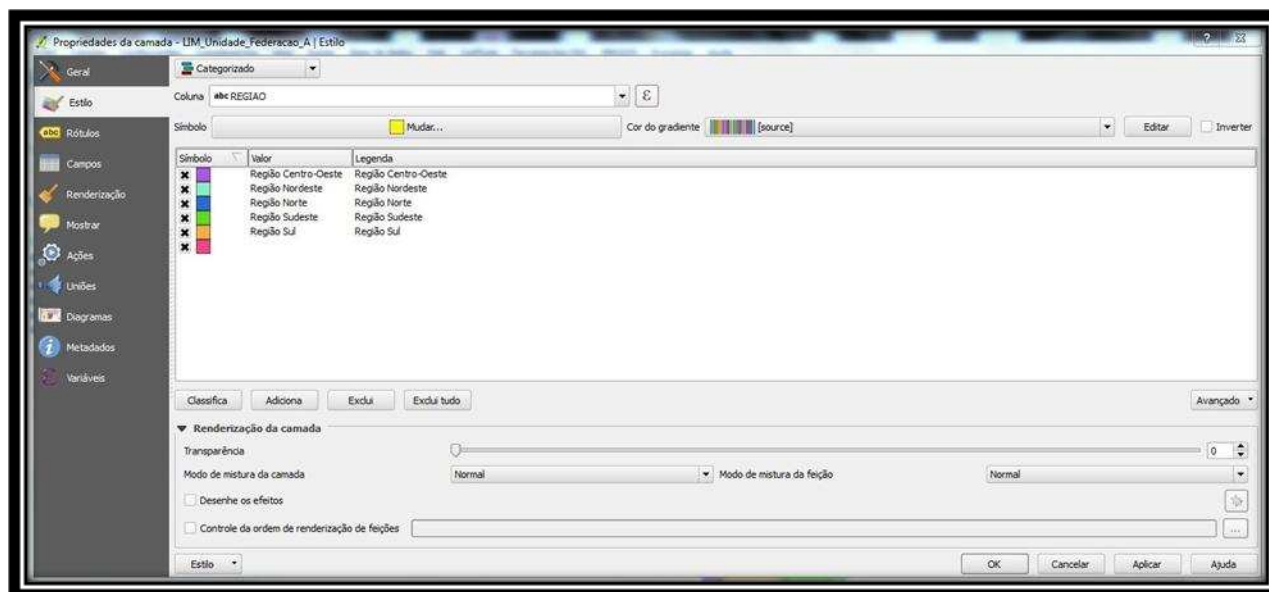



Fig 221 - Esquema de cores no Estilo.

Para inserção dos nomes dos Estados no mapa, siga os procedimentos previstos na seção 6.5.3.

7.3 MAPAS QUANTITATIVOS

Um mapa pode ser denominado Quantitativo quando suas informações são resultantes de medições ou contagens. Para isso, vamos trabalhar no arquivo vetorial do território brasileiro, classificando-o de acordo com as populações de cada Estado.

1° PASSO: Após acessar as propriedades da camada, escolha a opção de estilo “Graduado”. (Fig 222)

Fig 222 - Mapa Quantitativo.

2° PASSO: Escolha a coluna que contém os dados que iremos mapear (CRIMES_ANO), o número de classes e o tipo de cor. Clique em “Classificar”. É extremamente importante que a coluna selecionada seja do tipo “int” ou “real”. Caso a coluna possua apenas valores numéricos, mas esteja formatada como “string”, deve-se gerar uma nova coluna, conforme será abordado no módulo avançado.

Na Fig 223 utilizamos o modo de divisão das classes considerando intervalos iguais dos valores. Você pode, e deve testar as várias opções disponíveis (quantil, quebras naturais, desvio padrão e quebras claras), avaliando qual a mais adequada ao seu projeto.

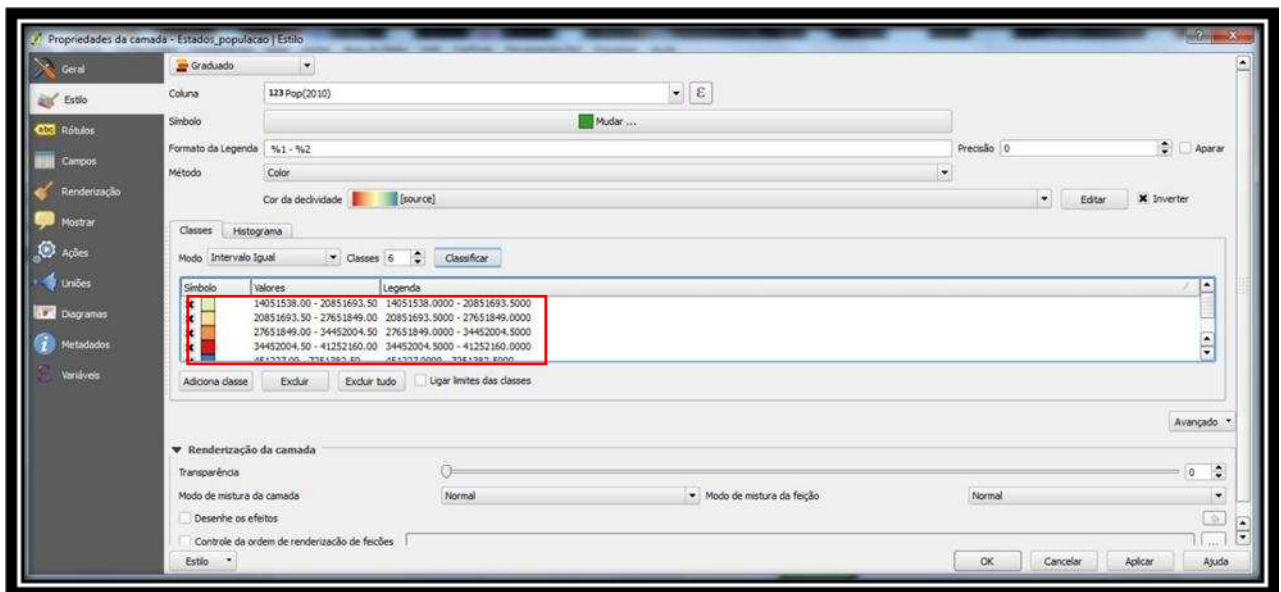



Fig 223 - Estilo de Mapa Quantitativo.

É possível alterar os intervalos para aqueles que o usuário achar mais apropriado clicando-se duas vezes sobre os valores e fornecendo os parâmetros desejados.

Clique em “Aplicar” para ver se a aparência ficou adequada e, em caso positivo, utilize o botão “Ok” para finalizar.

Caso queira alterar algumas das cores, acesse novamente as propriedades da camada, clique duplamente no quadrado que representa as entidades que terão suas cores alteradas e informe o código (RGB, por exemplo) desejado.

Um exemplo de mapa quantitativo é um mapa que apresente a quantidade de militares de sua OM por bairro de sua cidade, classificando os bairros em intervalos. Essa informação poderia ser utilizada, entre outras coisas, para verificar os bairros com maior concentração de militares da OM.

No exemplo a seguir é apresentada a distribuição da população brasileira nos Estados da Federação. Observe o resultado na Fig 224.

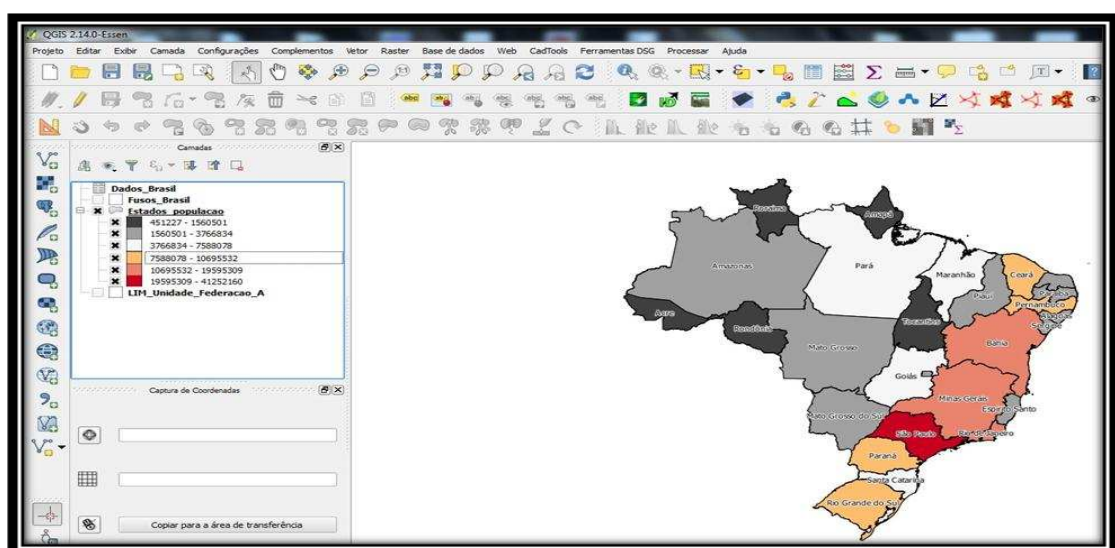



Fig 224 - Mapa Quantitativo Finalizado.

7.4 CRIAÇÃO DE MOSAICOS

A criação de mosaicos tem por objetivo unir em uma única imagem dois ou mais fragmentos de imagens. O termo mosaico em Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sinônimo de junção de mapas, ou seja, mapas separados, porém adjacentes, são automaticamente agrupados em um único mapa.

Um mosaico é útil quando dispomos de duas ou mais "imagens" ou "mapas vetoriais" de áreas menores adjacentes e desejamos agrupá-las em uma área maior abrangendo a totalidade das áreas individuais.

7.4.1 MOSAICO DE IMAGENS

O QGIS possui duas opções de geração de mosaicos. A Primeira é denominada de "raster virtual". A Segunda opção é o mosaico gerado a partir de vários arquivos matriciais. O Mosaico gerado a partir do raster virtual gera um arquivo de imagem com a extensão ".vrt" cuja principal vantagem é o seu tamanho reduzido. É um arquivo de visualização rápida, porém o mesmo arquivo só pode ser acessado no computador que ele foi gerado. Não é possível transferir o arquivo ".vrt" para outra máquina. Dessa forma, o mosaico virtual necessita que as imagens originais permaneçam na mesma pasta dentro do mesmo computador.

Para a geração de Mosaicos no QGIS, deve-se ir na Barra de Ferramentas > Menu Raster > Miscelânea > Mosaico/Raster Virtual.

Na janela "Mesclar", dentro de Mosaico/Raster Virtual, em "arquivos de entrada" insira os arquivos a comporem o mosaico e em "arquivos de saída" o local onde eles deverão ser salvos.

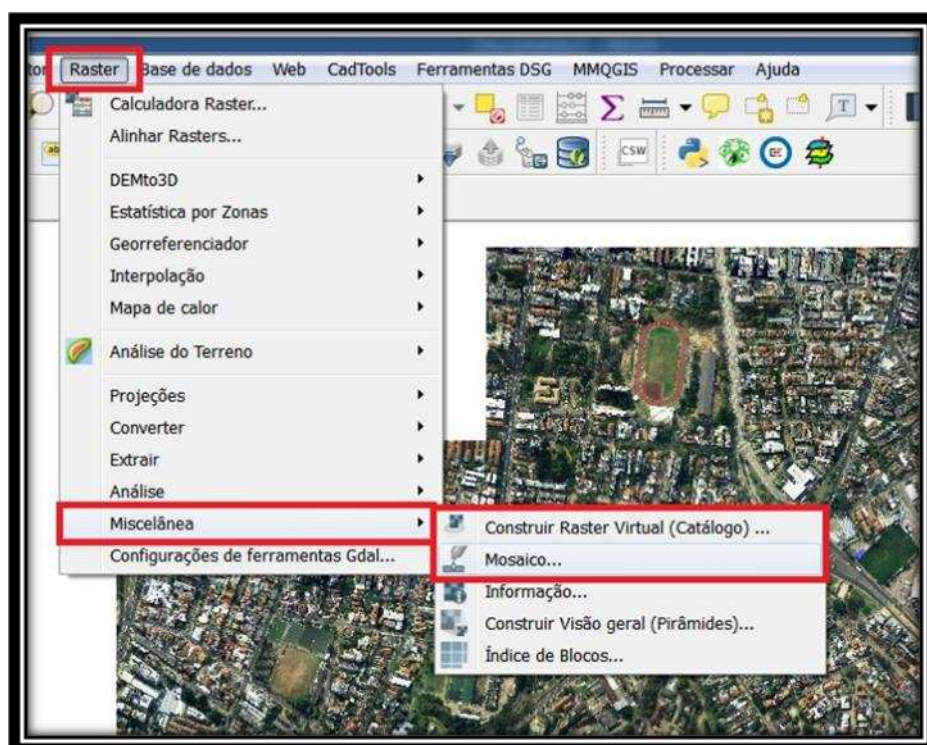



Fig 225 - Criação de Mosáicos.

- Mosaico Virtual

Este formato economiza tempo de processamento e espaço em disco, gerando arquivos VRT em vez dos arquivos GeoTIFF. Para criação desse mosaico, as imagens devem possuir pixel de mesmo tamanho e não devem existir pixels de valor “zero” no interior das imagens.

Nesse exemplo será criado um mosaico de três imagens. Essas imagens estão em formato “.tif” e as três ocupam um espaço de 1.29 GB no computador. As três imagens possuem os nomes de IMG_1, IMG_2 e IMG_3, conforme Fig 226.

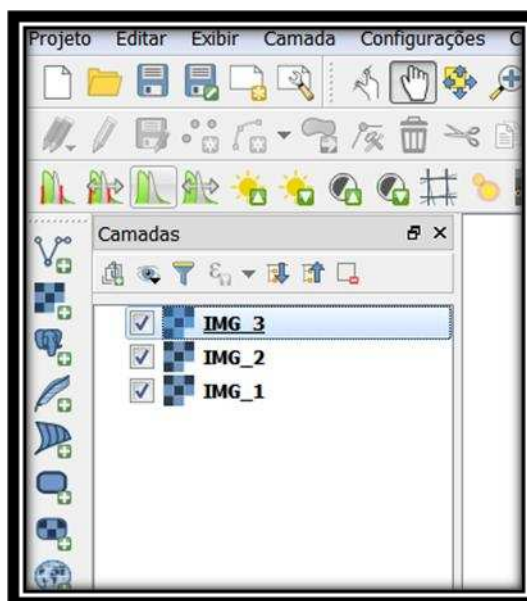



Fig 226 - Imagens utilizadas para a geração do mosaico.

a)Criação do Mosaico Virtual: No Menu Raster > Miscelânea > Construir raster virtual (catálogo).

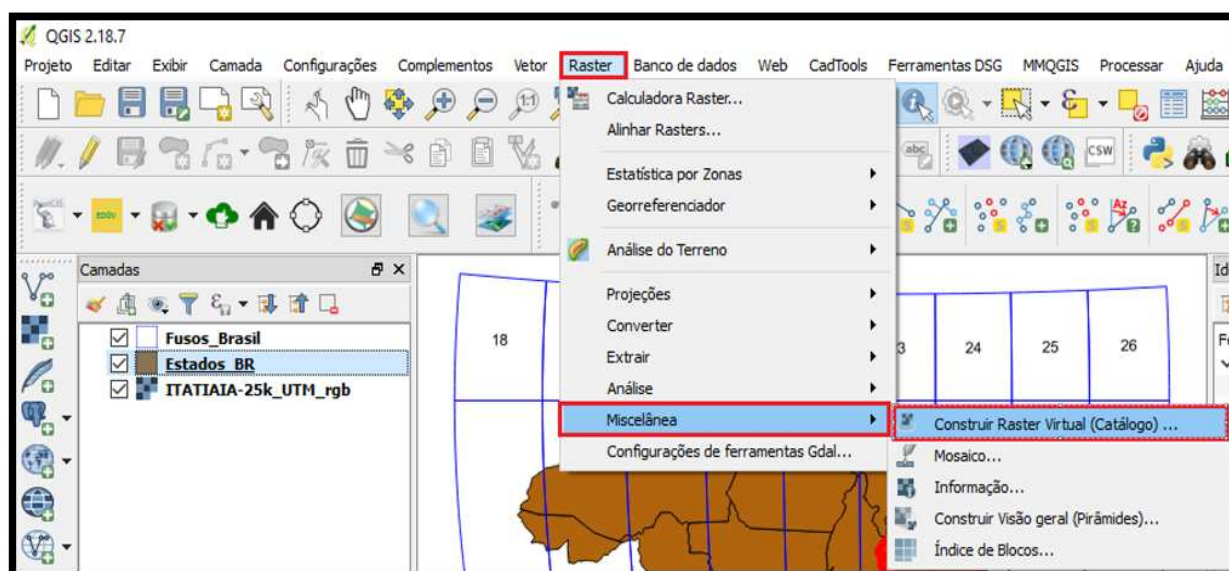



Fig 227 - Criação de Mosáico Virtual no QGIS.

A próxima etapa é a seleção das imagens que irão fazer parte do mosaico.

Na Fig 228, seleciona-se no item 01 todas as imagens que estão no projeto e comporão o mosaico. Caso o usuário não tenha nenhuma imagem no projeto, a partir do item 02 ele poderá selecionar as imagens desejadas. O item 03 indica o local onde ficará a pasta com o mosaico. Após as configurações destes itens deverá aparecer a mensagem da Fig 229.

Fig 228 - Dados de entrada e saída para a geração de um mosaico virtual.

Fig 229 - Criação do mosaico virtual.

Nesse exemplo o tamanho da imagem gerada, no caso o arquivo com extensão ".vrt" saiu com 4 kb. Nota-se uma grande diferença para o tamanho 1.29 Gb ocupados pelas imagens originais. Caso seja necessário, o usuário pode converter o mosaico virtual para um arquivo matricial com extensão ".tif".

Para realizar essa conversão o usuário deve clicar com o botão direito em cima do mosaico gerado, conforme Fig 230, e escolher a opção "salvar como" e escolher a pasta onde o mosaico em formato matricial será salvo.

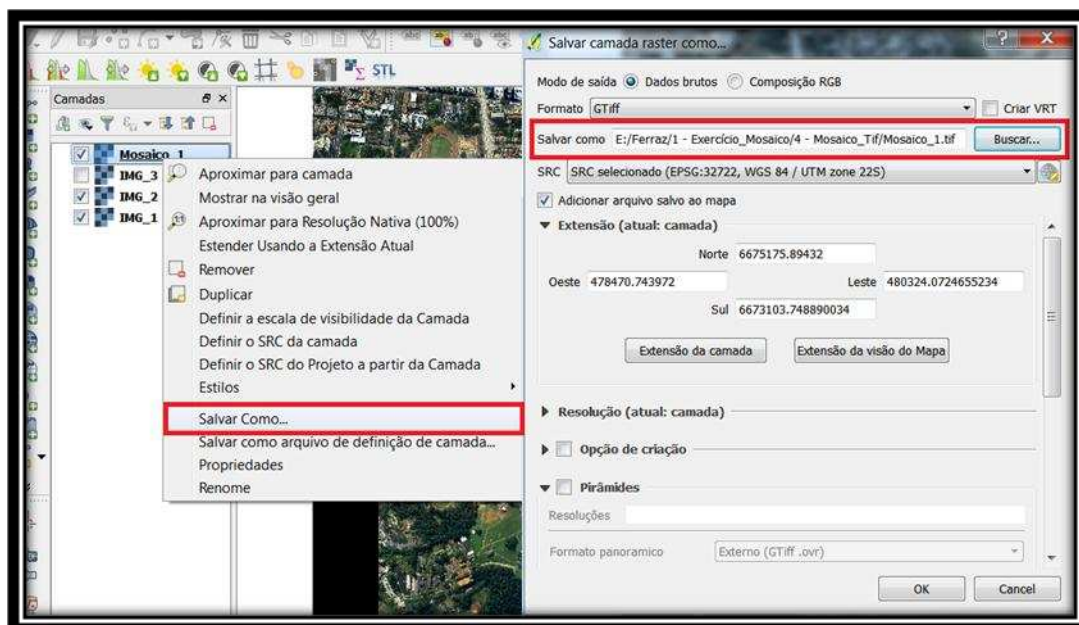



Fig 230 - Conversão de mosaico para o formato .tif.

Após a conversão, o arquivo gerado ficou com um tamanho de 703 Mb.

b) Construção de Pirâmides para o VRT: Movimentar-se pelo mosaico pode ser difícil se a imagem não possuir pirâmides, que são pequenas miniaturas da imagem construídas para acelerar a navegação. Construir pirâmides é uma realidade em qualquer aplicativo para processamento de imagens.

1) Remova o mosaico VRT e clique Menu Raster > Miscelânea > clique em Construir Pirâmides.

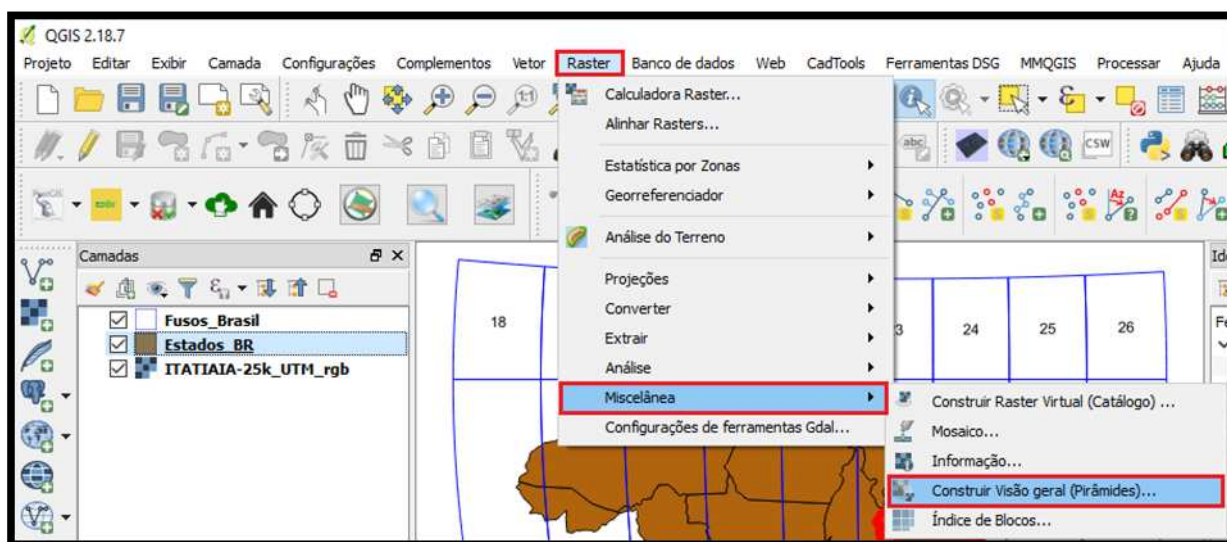



Fig 231 - Construção de Pirâmedes no QGIS.

c) Converter mosaico VRT para GeoTIFF: Clique no menu Raster > Conversão > Converter Formato.

-No campo de entrada, você deve apontar para o mosaico virtual (VRT).

-No campo de saída, selecione o driver GeoTIFF.

-Marque a opção “Sem dado” = 0; e
-Insira duas opções de criação para o mosaico final (clique no “+”):
-TFW = YES: cria uma referência espacial externa para o arquivo TIFF. -COMPRESS = LZW: insere uma compressão para o arquivo TIFF.

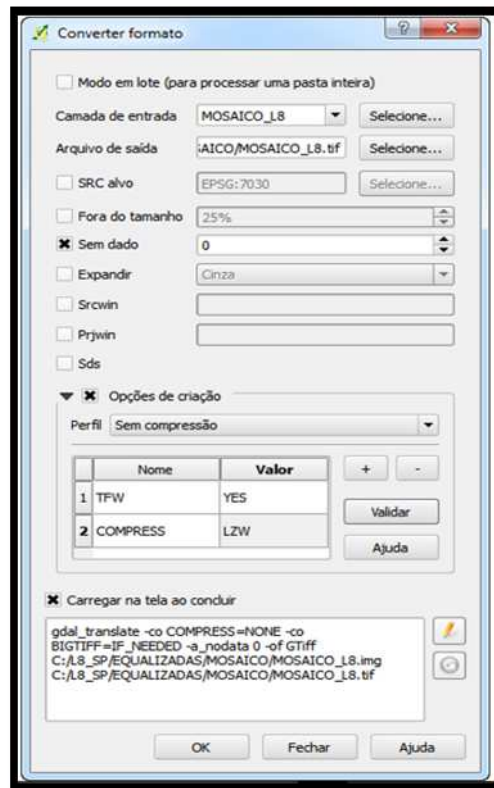



Fig 232 - Conversão de formatos.

Para ocultar a borda escura em volta das imagens, clique com o botão direito do mouse sobre cada uma delas e acesse suas propriedades. Na opção Transparência, digite o valor 0 no campo “Sem valor de dados Adicionais”, excluindo assim os pixels de valor zero.

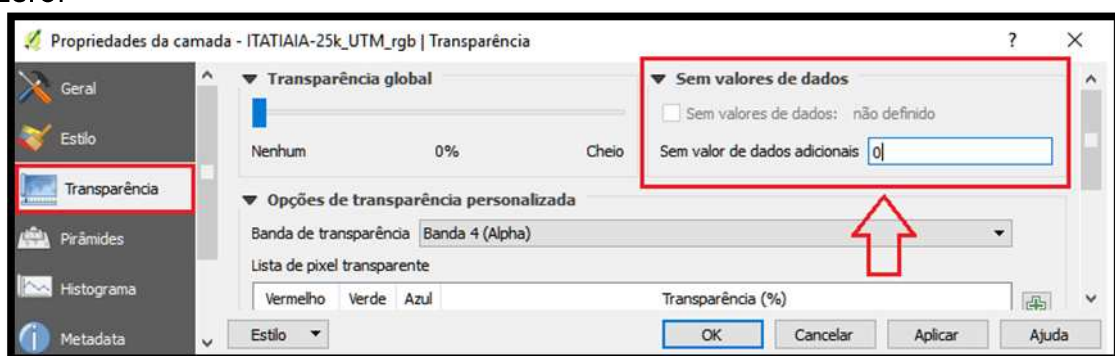



Fig 233 - Exclusão de Pixels Valor zero.

7.4.2 MOSAICO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS DO BDGEX

As cartas topográficas que são disponibilizadas no BDGEX não possuem as cores em formato RGB de 24 bits por questão de espaço no servidor. As cartas topográficas que estão no BDGEX são disponibilizadas numa paleta de cores de 8 bits. Assim quando ao tentar mosaicar duas cartas topográficas o QGIS irá perder as cores

de um arquivo. Assim o QGIS não irá conseguir gerar um mosaico virtual desses arquivos matriciais.

Assim, a primeira etapa para a geração de um mosaico de cartas topográficas do BDGEX é a conversão desses arquivos para o sistema de cores RGB. O usuário deve clicar com o botão direito em cima da carta topográfica e escolher a opção salvar como. Após essa etapa ele deve escolher a opção Composição RGB conforme Fig 234.

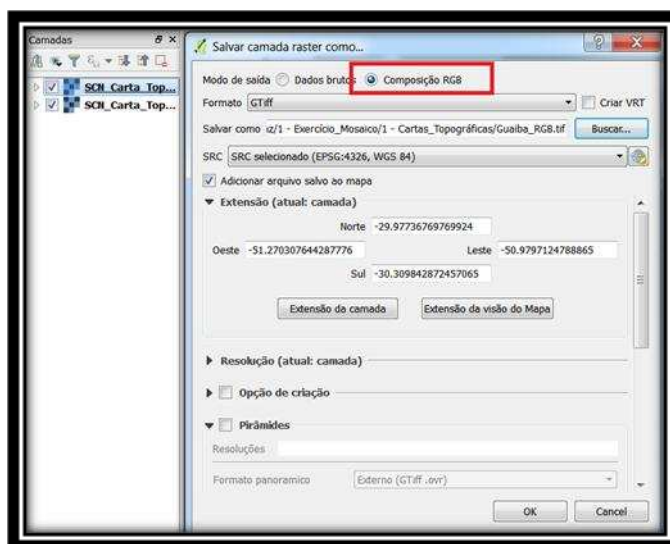



Fig 234 - Conversão de uma carta topográfica para o esquema de cores RGB.

As cartas topográficas baixadas do BDGEX possuem tamanho entre 50 e 80 Mb. Após a conversão desse arquivo eles mudam para um tamanho de aproximadamente 240 Mb.

Para a geração do mosaico de cartas topográficas basta o usuário seguir os mesmos passos das etapas anteriores, só que nesse caso os arquivos usados devem ser aqueles com padrão de cores em formato RGB.

Uma observação a se notar é que os mosaicos de cartas topográficas possuem elementos marginais que no momento do mosaico podem acabar escondendo feições importantes de uma das cartas topográficas. Assim, torna-se necessário o recorte dos elementos marginais dessas cartas topográficas para que depois efetue-se o mosaico das cartas topográficas propriamente ditas.

A melhor opção de recorte da área denominada útil da carta topográfica é a partir da moldura em formato vetorial. A moldura pode ser adquirida manualmente ou ela pode ser baixada a partir do plug-in “grid zone generator” (Fig 235).

Fig 235 - Plug-in grid zone generator.

Para baixar o arquivo de moldura, o usuário deve marcar o sistema de coordenadas no gerador de enquadramento sistemático, Fig 236, a escala, no caso 50 k e o Mapa Índice da Carta Topográfica, no exemplo 2987-2.

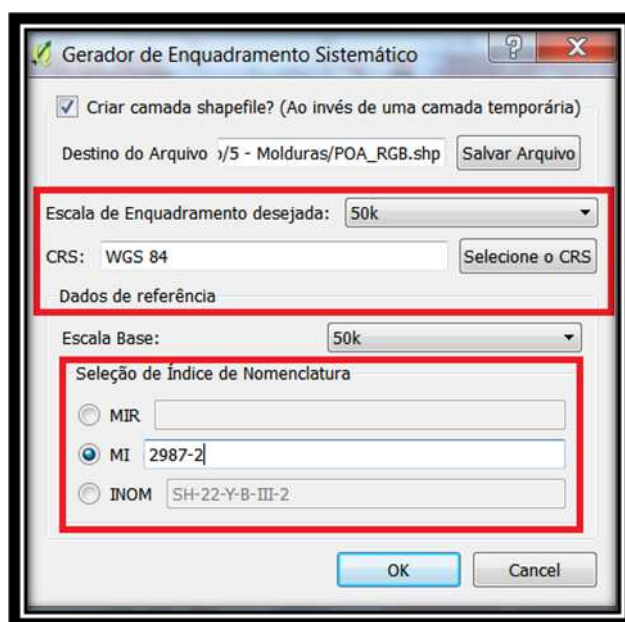



Fig 236 - Baixando arquivo vetorial de molduras.

A próxima etapa é o recorte dos elementos marginais da carta topográfica a partir do arquivo de moldura, conforme Fig 237.

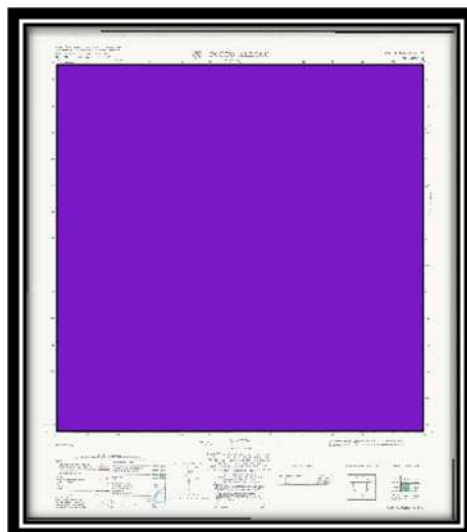



Fig 237 - Carta Topográfica com arquivo de moldura.

Para se efetuar o recorte da área útil da carta topográfica o usuário deve ir em Raster > Extrair > recorte, selecionar o arquivo matricial que será recortado (Arquivo de entrada) e em modo clipping habilitar a opção “camada mascara”, selecionando o arquivo matricial da moldura, conforme Fig 238.

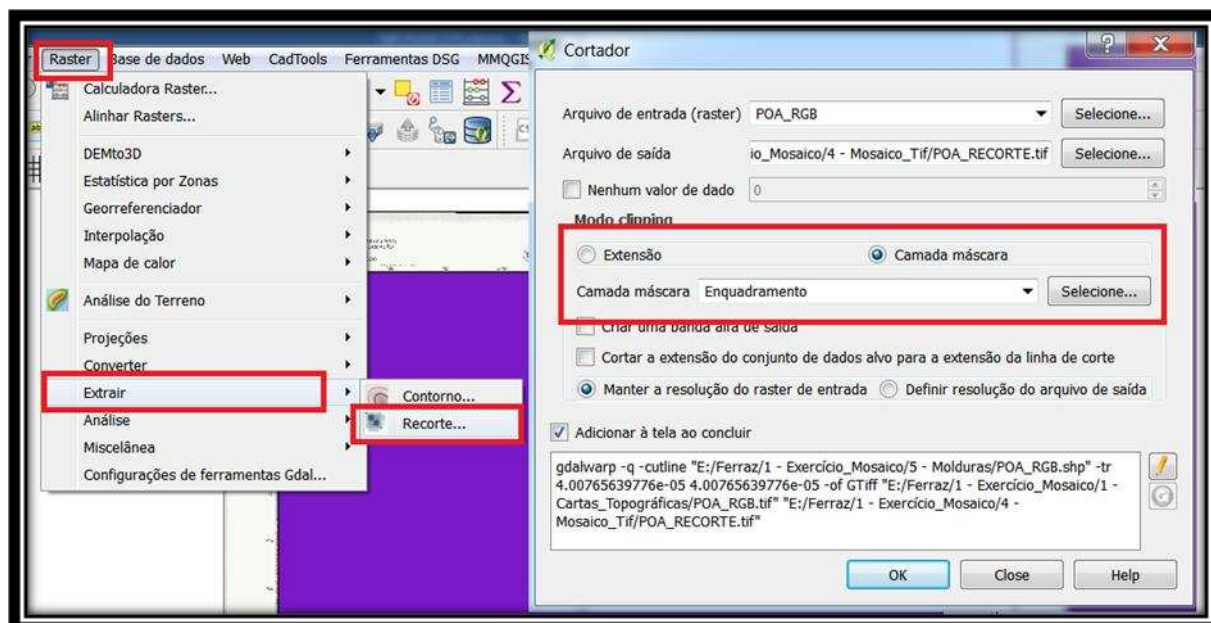



Fig 238 - Recorte dos elementos marginais de uma carta topográfica.

Após o recorte da área útil da carta topográfica POA_RGB, Fig 239, adota-se os mesmos passos para o recorte do arquivo matricial Guaiba_RGB, MI 2987-1.

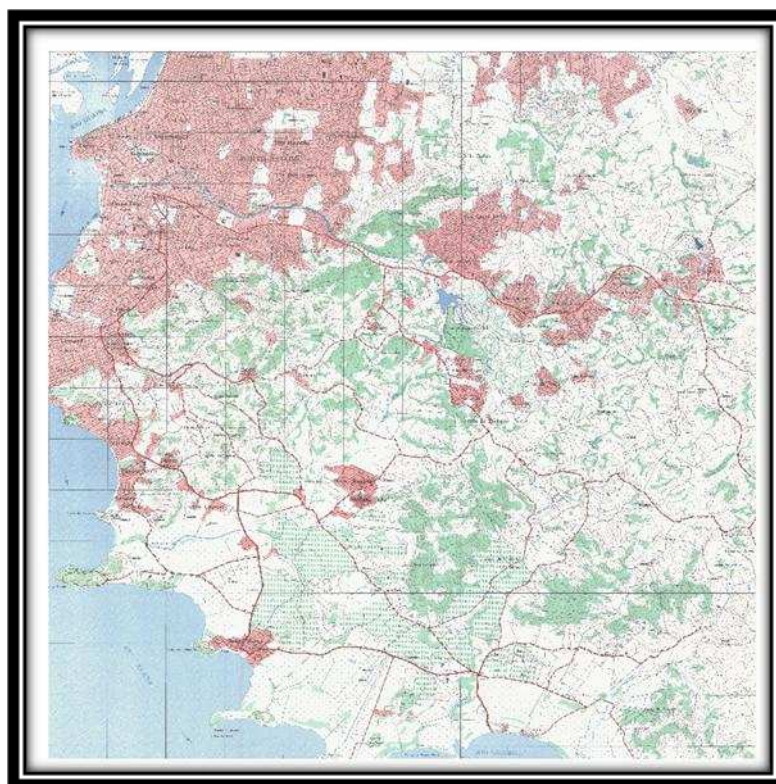



Fig 239 - Arquivo matricial após o recorte.

Após o recorte da carta topográfica Guaiba_RGB, segue-se os mesmos passos descritos anteriormente para o mosaico. Raster – Miscelânea – Construir Raster Virtual, conforme Fig 240 e Fig 241.

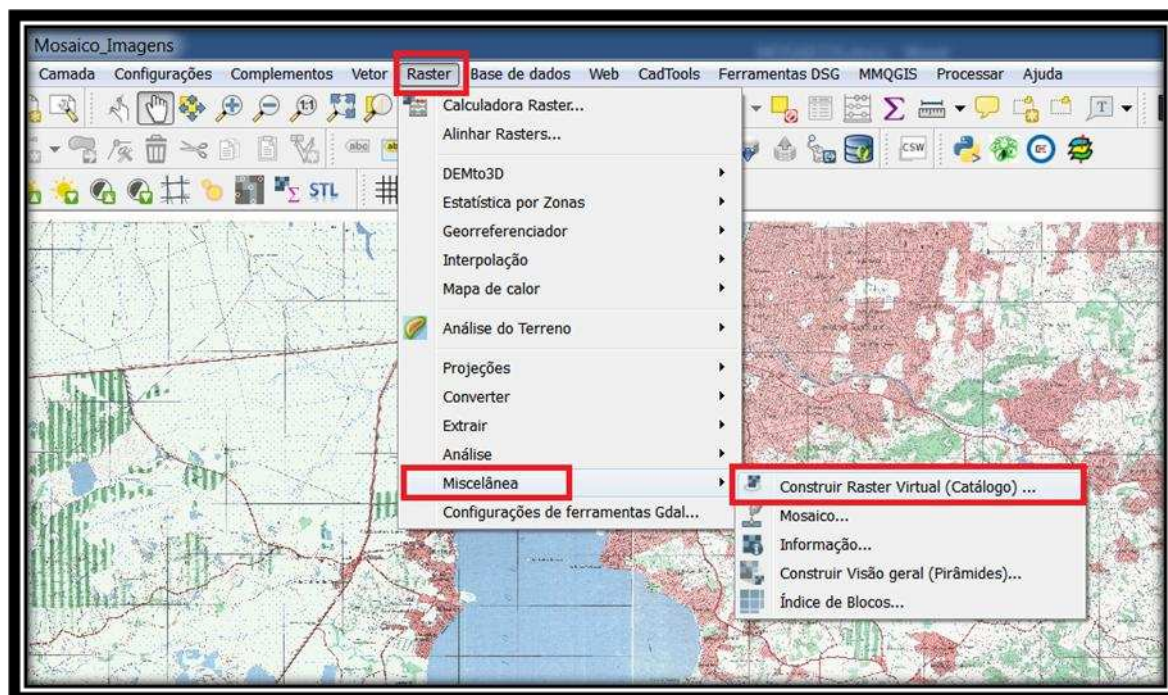



Fig 240 - Mosaicando as cartas topográficas.

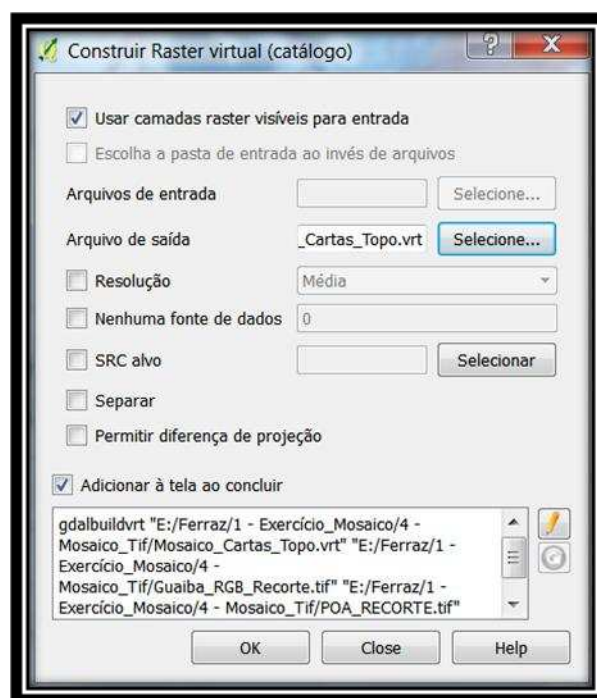



Fig 241 - Mosaico virtual das cartas topográficas.

Após o mosaico virtual ser criado basta o usuário clicar com o botão direito em cima do arquivo e selecionar a opção “salvar como”, conforme Fig 242.

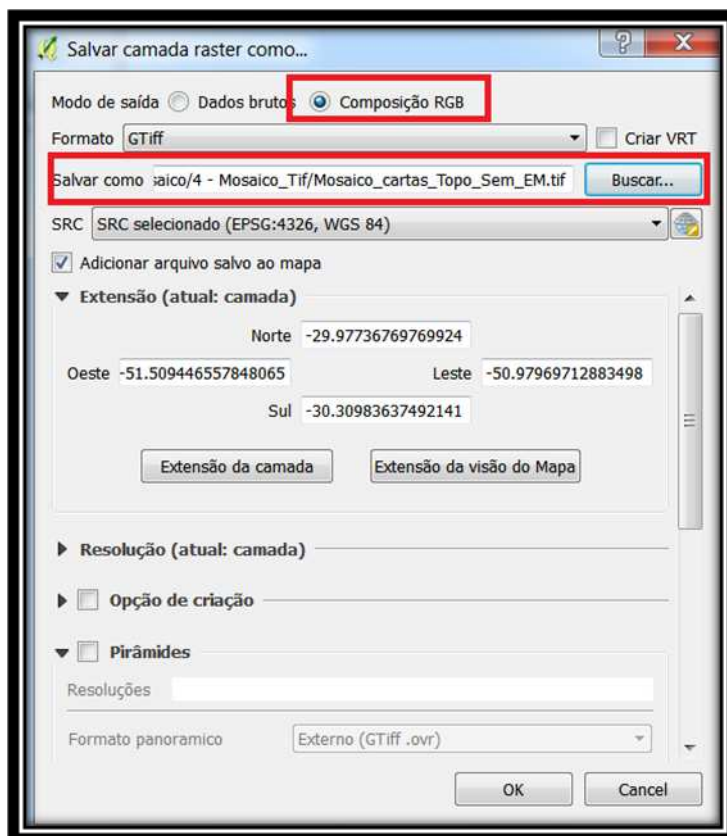



Fig 242 - Mosaico criado a partir do mosaico virtual.

Também pode-se gerar o mosaico diretamente sem ser pelo mosaico virtual. O usuário deve ir nos menus Raster – Miscelânea – Mosaico, conforme Fig 243.

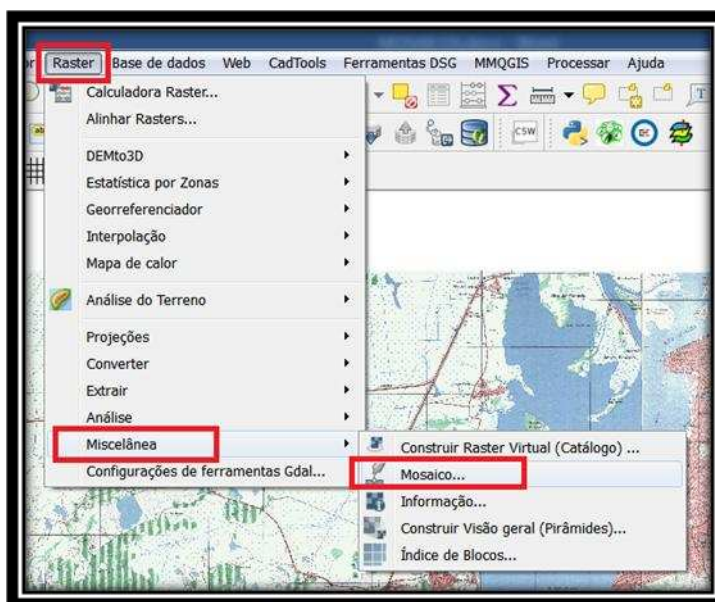



Fig 243 - Criando um mosaico tradicional.

Nessa etapa não é possível criar os mosaicos a partir dos arquivos matriciais que estão no projeto. Assim, o usuário deve selecionar a pasta ou os arquivos matriciais diretamente (em Arquivos de entrada), conforme Fig 244.

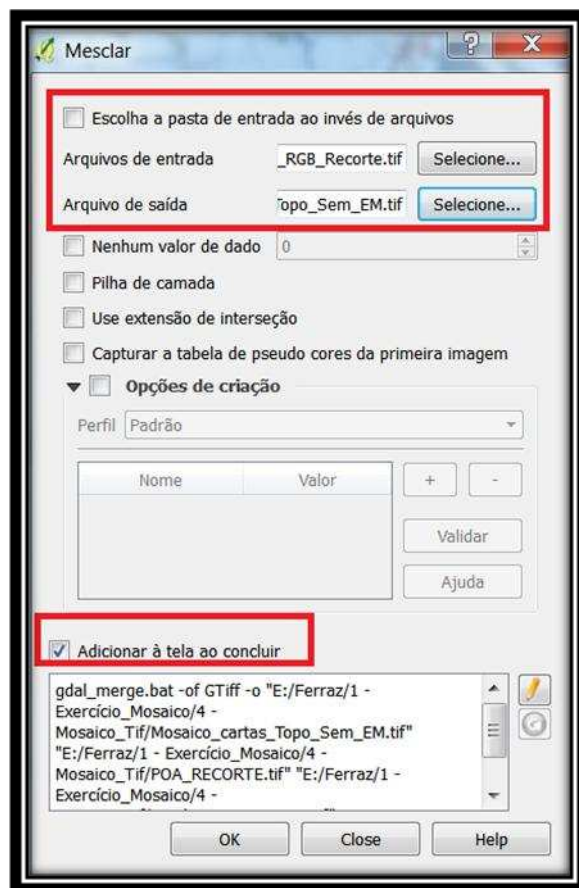



Fig 244 - Arquivos de entrada e saída para a geração de um mosaico.

7.5 CRIAÇÃO DE HIPERLINKS

A criação de hiperlink no QGIS é um processo mais simples do que se pode imaginar. Inicialmente, deve ser criado um novo atributo (coluna na tabela de atributos) do tipo “String” e comprimento “254”. Após isso, deve ser colocado nesse novo campo, o caminho onde está a figura que se deseja relacionar aquela feição. Na Fig 245 inserimos uma figura da entrada do 1°CGEO e a associamos à feição 1°CGEO.

Fig 245 - Ciração de Hiperlink.

Após isso, para visualização do hiperlink, deve-se acessar a ferramenta de visualização de hiperlinks: Barra de Menus > Bases de Dados > eVis > Ferramenta de eventos Id eVIS, conforme Fig 246.

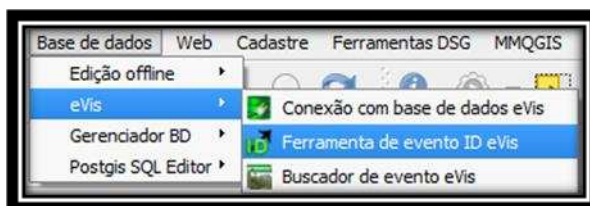



Fig 246 - Acessando Complemento eVis.

Após isso, basta clicar na feição desejada para ver o resultado do hiperlink (Fig 247)

.

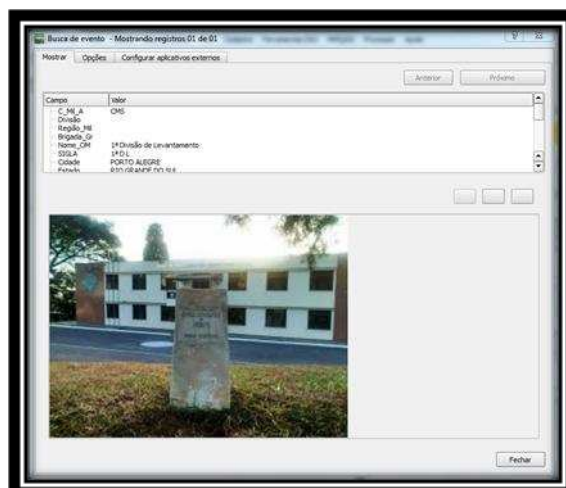



Fig 247 - Resultado do Hiperlink

CAPÍTULO VIII
COMPOSITOR DE IMPRESSÃO

8.1 TAMANHO DA FOLHA

Um dos primeiros passos na geração do produto final, seja ele impresso ou exportado como figura ou ".pdf", é a seleção da folha. Os tamanhos de papel estão relacionados na Tab 8:

Folha	Largura (mm)	Altura (mm)
A0	841	1189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297
A5	148	210
A6	105	148
A7	74	105

Tab 8: Formatos Suportados para Impressão.

Deve-se realizar a criação de um novo Compositor de impressão conforme constante na Fig 248.

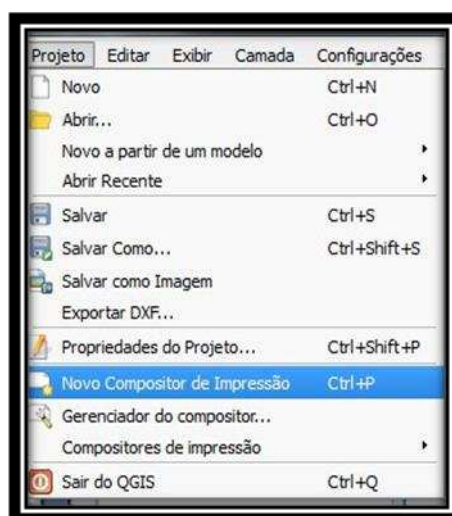



Fig 248 – Novo Compositor de Impressão.

Depois o usuário pode definir o tamanho da folha de plotagem (A0, A1, A2, etc), orientação da folha (retrato ou paisagem) e a resolução em DPI do mapa gerado, conforme ilustrado na Fig 249. Para a resolução em DPI sugere-se o valor de 150 DPI.

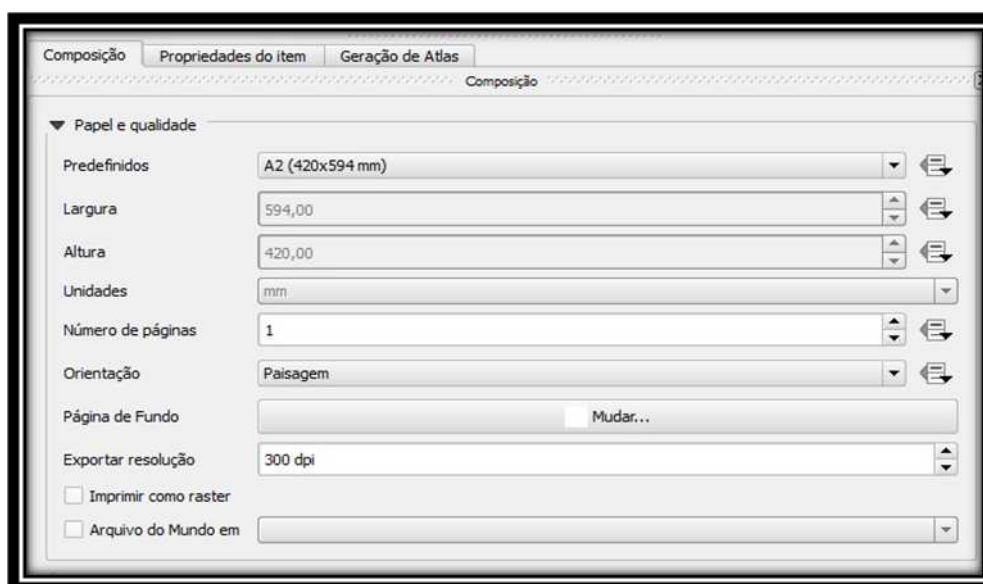



Fig 249 - Configurações da Página de Impressão.

Para se gerar a moldura primeiro deve-se desenhar o retângulo dentro da área de impressão de forma que esse retângulo contenha os principais elementos do mapa. Haverá um retângulo para cada um dos seguintes arquivos: o mapa em si, contento apenas os arquivos em formato *shapefile*, o título do mapa, o mapa de localização, a escala gráfica, detalhes de quem fez o mapa e outro uma tabela com os dados do mapa como detalhes dos insumos, fonte dos dados geográficos, etc.

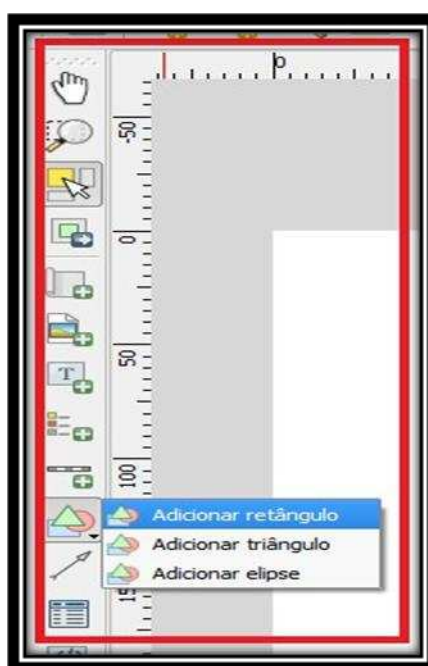



Fig 250 - Retângulos na área
de impressão da folha.

Cada retângulo que é criado aparece na aba itens. Esses itens também podem ser renomeados, travados e até ficarem ocultos, conforme apresentado na Fig 251.

Fig 251 - Lista de retângulos criados.

Em “Propriedades do item”, Fig 252, podem ser verificadas as características de cada item adicionado ao ambiente de impressão. Neste exemplo aparecem as dimensões de um retângulo criado. A Fig 253 apresenta o ambiente de impressão criado neste exemplo.

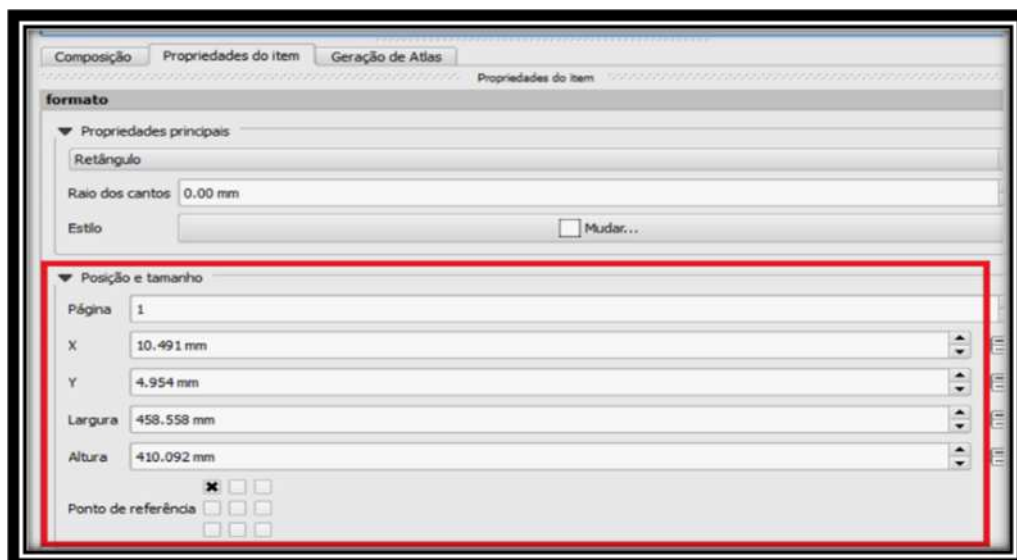



Fig 252 - Propriedades do item.

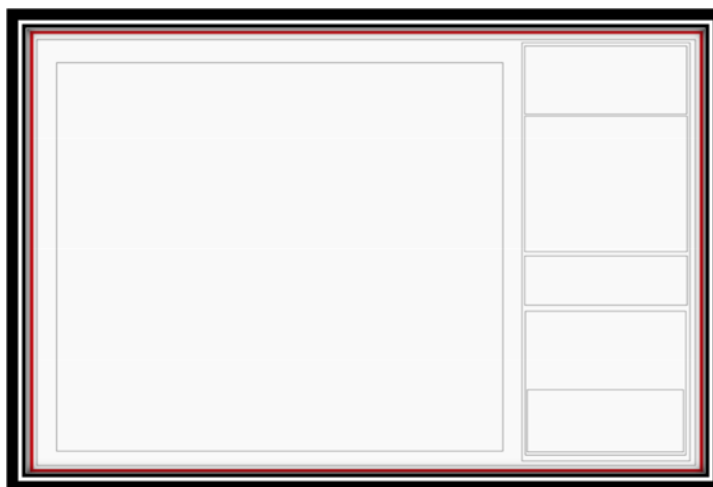



Fig 253 - Ambiente de Impressão Criado.

8.2 COMPONENTES DO MAPA IMPRESSO

Após a criação do ambiente de plotagem, ou Folha Modelo pode-se começar a inserção dos principais elementos constituintes do mapa a ser criado. A seguir serão listados alguns destes elementos.

8.2.1 CRIAÇÃO DO TÍTULO DO MAPA

O usuário deve desenhar um retângulo no local que ele deseja que fique o título do mapa (Fig 254). Depois, em “Propriedades do Item” ele configurará os elementos “tipo”, “tamanho” e “posição da fonte do texto”. Também poderá configurar o alinhamento horizontal e vertical, conforme Fig 255, sendo gerado o resultado apresentado na Fig 256.

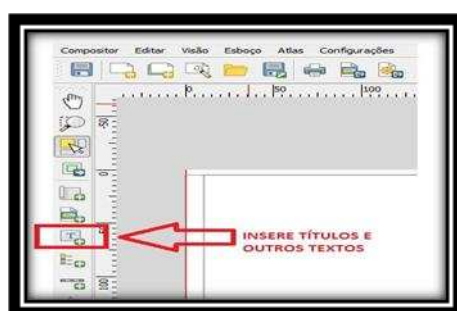



Fig 254 - Título do Mapa.

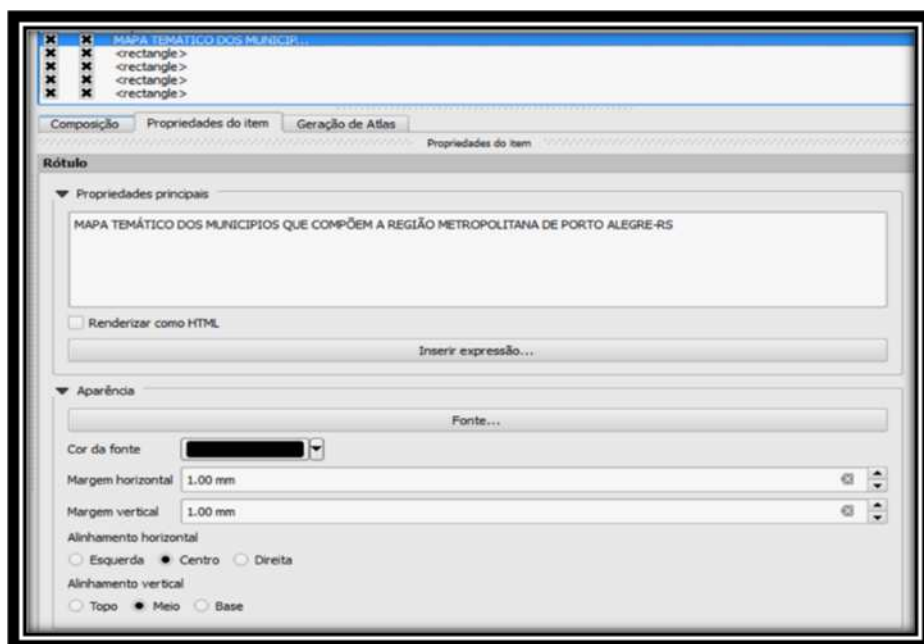



Fig 255 - Configurações do texto do título.

Fig 256 - Título do Mapa Gerado.

8.2.2 CRIAÇÃO DO MAPA DE LOCALIZAÇÃO

A criação do mapa de localização será realizada na borda direita da moldura. Fora do ambiente de impressão o usuário deve deixar habilitado os dois arquivos *shapefiles*, um que contém os municípios da grande Porto Alegre e o outro contendo os limites do Estado do Rio Grande do Sul.

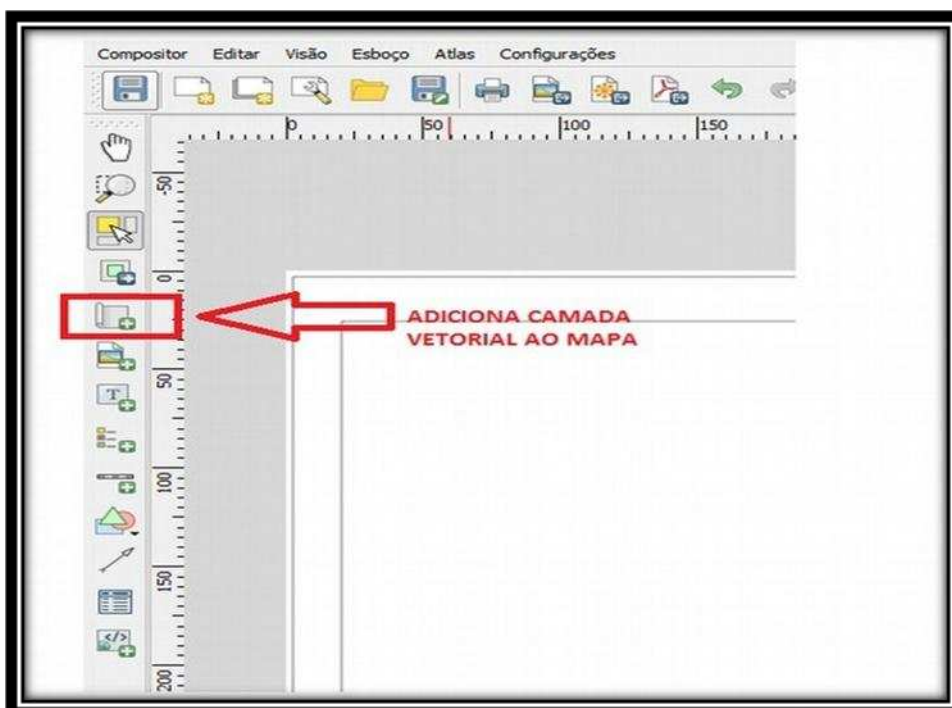



Fig 257 - Adição de Camada Vetorial

Para criação do mapa de localização após clicar no botão “adicionar mapa”, o usuário deve clicar com o botão esquerdo e mover a aresta, gerando um retângulo na área da folha onde o mapa deve ser posicionado.

Fig 258 - Mapa de Localização

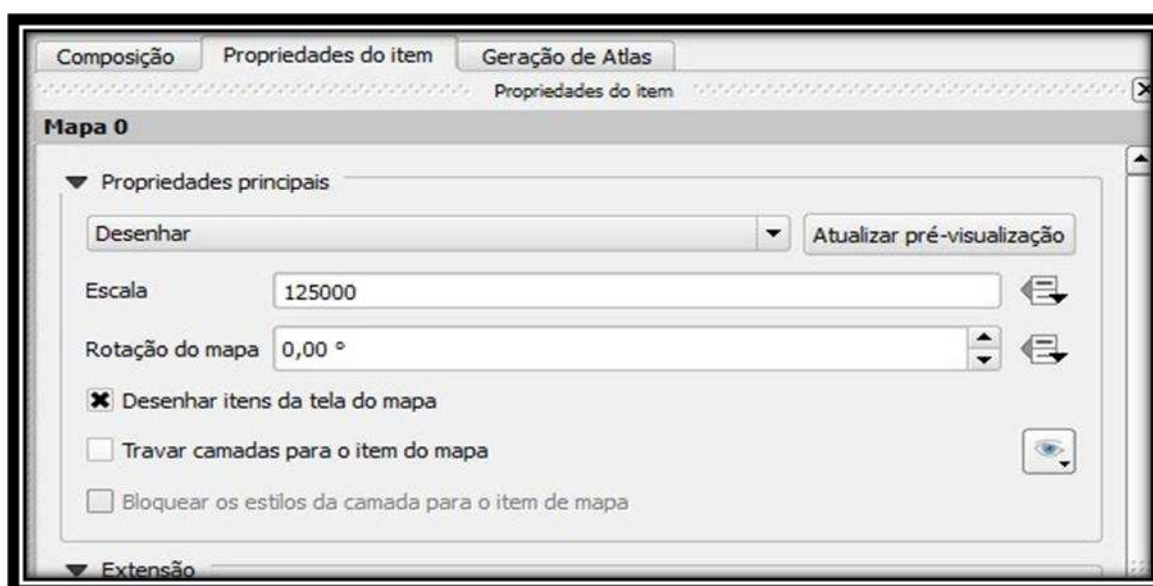



Fig 259 - Configurações do Mapa de Localização

Na Fig 259 foi configurada a escala de 1:125.000 para o mapa de localização. Seguindo a mesma lógica foi adicionada a camada vetorial dos municípios da grande Porto Alegre. Assim o usuário deve travar o mapa de localização marcando “Travar camadas para o item do mapa”. As camadas travadas ficam inabilitadas para edições, evitando possíveis erros de manuseio. Depois ele deve sair do ambiente de impressão e deixar habilitado apenas o arquivo vetorial contendo os municípios da grande Porto Alegre, obtendo o resultado exibido na Fig 260.

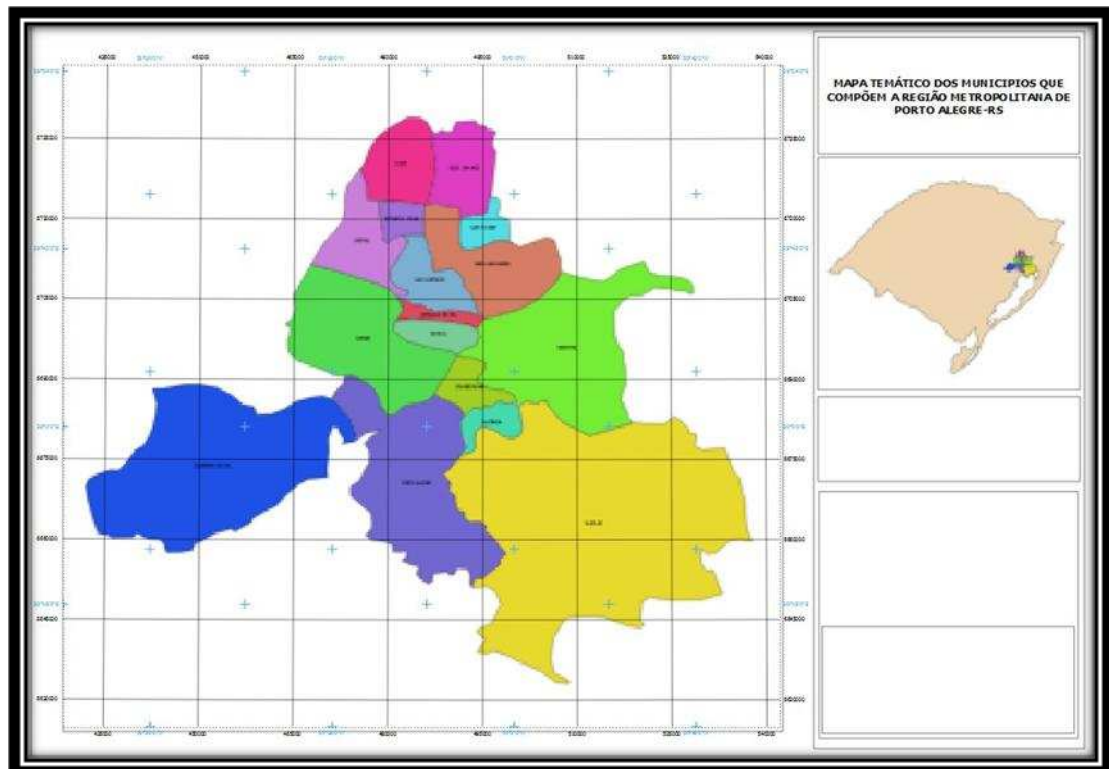



Fig 260 - Camada Vetorial Adicionada.

8.2.3 CRIAÇÂO DE UMA GRADE DE COORDENADAS

Para criação de uma grade de coordenadas, deve-se selecionar o Item que corresponde ao mapa na aba "Itens", depois ir em propriedades do Item > Grades. O usuário pode adicionar quantos grids aos mapas gerados desejar. No exemplo da Fig 261 abaixo foi gerado uma grade com coordenadas geográficas utilizando o EPSG 4326.

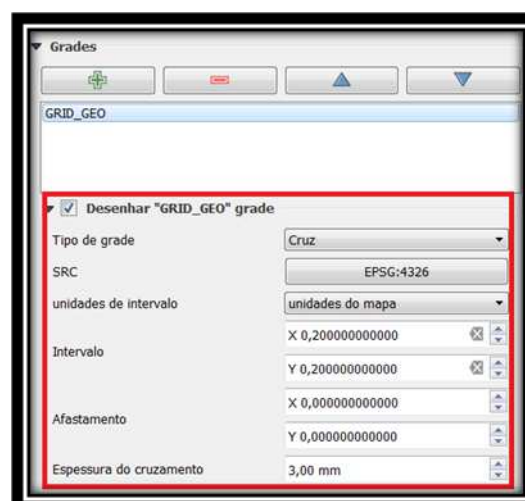



Fig 261 - Criação da Grade de Coordenadas.

O próximo passo é a inserção dos textos das coordenadas dessa grade. Na aba "Desenhar coordenadas", há diversas opções de tipos de textos que podem ser

inseridos no compositor como coordenadas em graus decimais, posição dos textos, tamanho da fonte dos textos e cor do texto, conforme apresentado nas figuras Fig 262 e Fig 263.

Fig 262 - Gerando as coordenadas da grade geográfica.

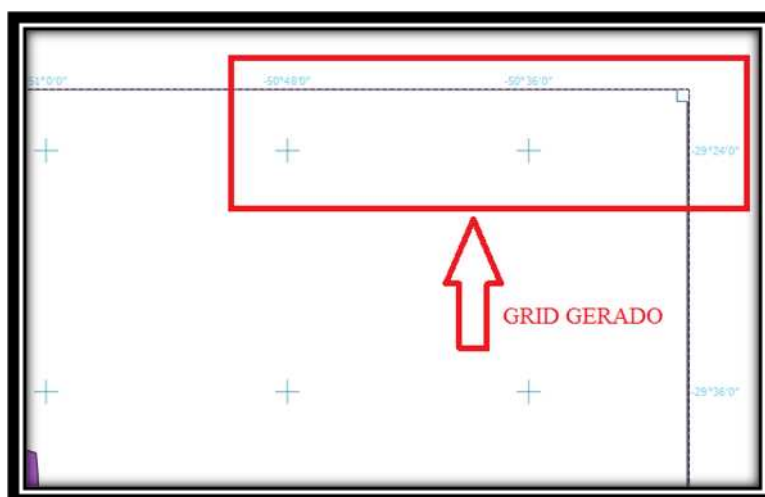



Fig 263 - Coordenadas geradas na grade geográfica.

Na Fig 264, foram geradas duas grades de coordenadas, um com coordenadas métricas (Fuso 22 Sul UTM, com Sistema de Referência Sirgas 2000) e outra com coordenadas geográficas, latitude e longitude.

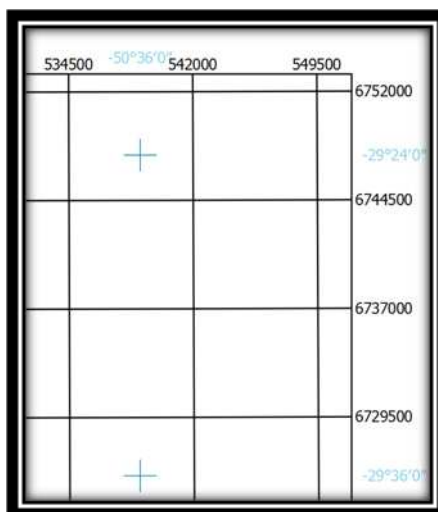



Fig 264 - Grade de Coordenadas UTM e Geográficas.

8.2.4 ADIÇÃO DE FIGURAS E LEGENDA

As últimas etapas serão a adição de figuras que darão ênfase ao produtor do mapa e a escala gráfica. O Norte de quadrícula também será gerado da mesma maneira. Para adicionar o Norte de quadrícula o usuário deverá ir em “adicionar figuras” e desenhar um retângulo onde ele queira que fique o Norte. Depois em “Propriedades do Item”, na opção “Buscar Pastas” selecione a figura que corresponda ao Norte de Quadrícula, conforme apresentado na Fig 265.

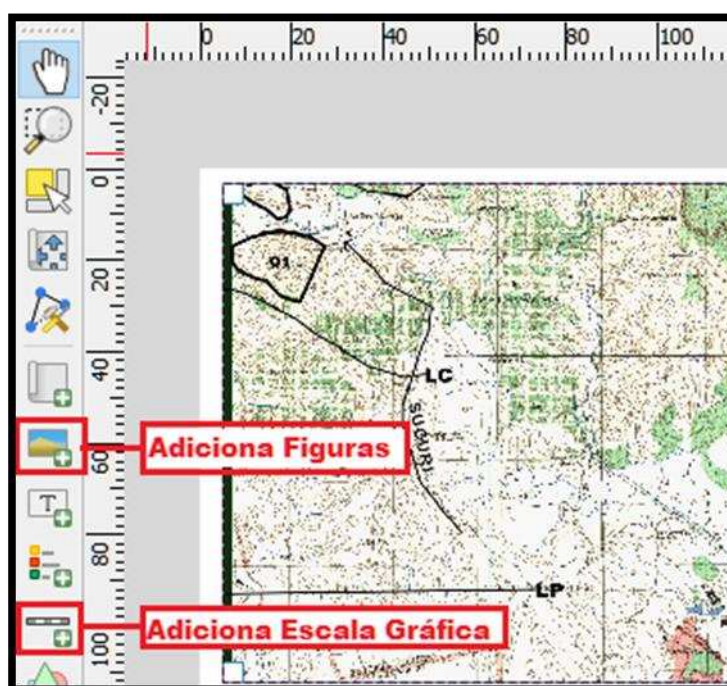



Fig 265 - Adição de Figura e Escala Gráfica.

Após isso deve-se clicar no botão com símbolo pontilhado do campo “fonte da imagem” como indicado na Fig 266 e navegar até o diretório onde a figura se encontra. Para centralizar a imagem no retângulo deve-se configurar o campo “Posição” para “meio”.

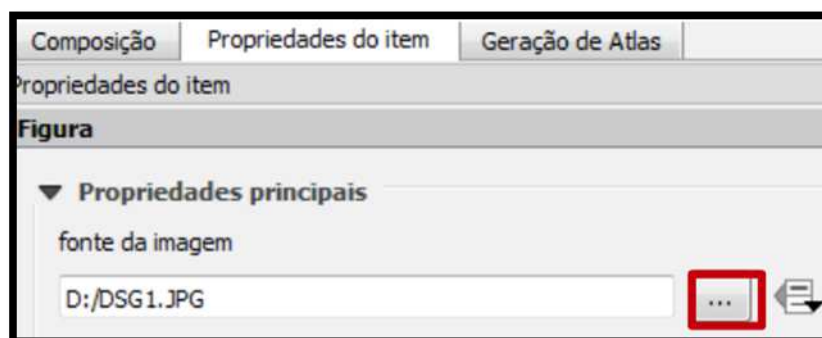



Fig 266 - Adição de Figuras.

Para inserir uma legenda clica-se no botão "Adicionar nova legenda" repetir o procedimento das outras ferramentas de desenhar o retângulo onde se deseja posicionar a legenda na folha. Automaticamente será gerada a legenda com as feições que se encontram na aba de camadas.

No exemplo da Fig 267 foi adicionada a legenda com os bairros de Porto Alegre categorizados por Zonas Orçamentárias.

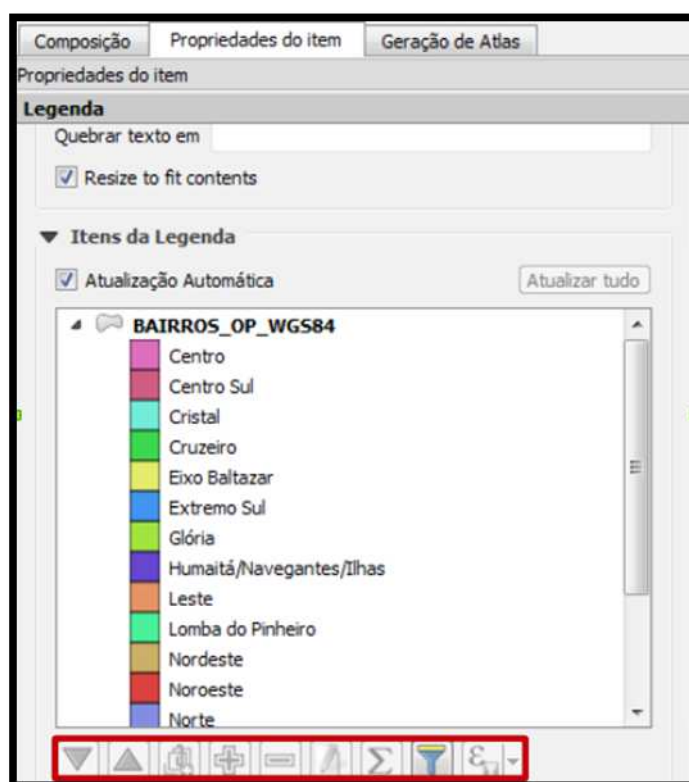



Fig 267 - Adição de Legendas.

Caso se deseje editar os itens da legenda basta desmarcar o campo "atualização automática", habilitando, dessa forma, as ferramentas de edição de legenda abaixo da janela. Com as ferramentas é possível mudar a ordem, remover e editar o texto dos elementos na legenda.

Para se enquadrar o conteúdo do mapa, aumentar ou diminuir o seu tamanho utiliza-se a ferramenta "Mover item do mapa"

Com essa ferramenta habilitada é possível mover o conteúdo do mapa dentro do retângulo delimitador. Com o *scroll* do *mouse* também é possível aumentar ou diminuir o *zoom* do conteúdo.

Na aba “Propriedades do item” da barra de escala existem várias configurações que permitem a customização dos elementos que são mostrados na barra de escala. É possível escolher a quantidade de segmentos, o estilo e tamanho da fonte o estilo da barra entre outras configurações.

O valor do campo “Rótulo do multiplicador da unidade” é atualizado automaticamente quando a “unidade da barra de escala” é definida, conforme apresentado na Fig 268. A configuração padrão quando se insere uma barra de escala é a unidade em metros e o “rótulo para unidade” em Km, conforme pode ser visto nas figuras Fig 269 e Fig 270 . Se o usuário quiser modificar a legenda para metros o rótulo multiplicador deve ser ajustado para 1, mantendo, assim, a relação entre unidade e legenda. Caso o usuário manualmente edite o campo “Rótulo do multiplicador da desrespeitando a relação entre unidade e legenda a barra de escala não irá representar de forma fidedigna a relação de medida da carta para o mundo real.

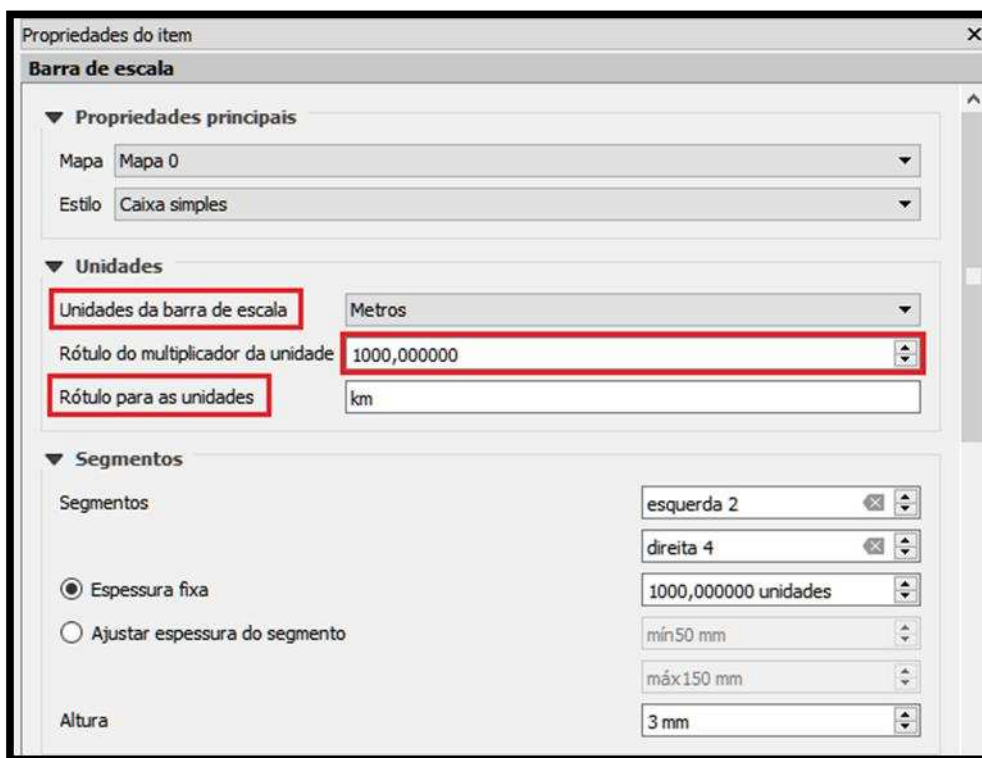



Fig 268 - Inserção de Escala.

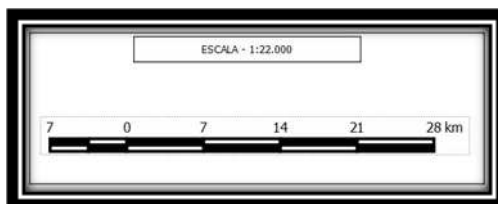



Fig 269 - Inserindo a Escala Gráfica

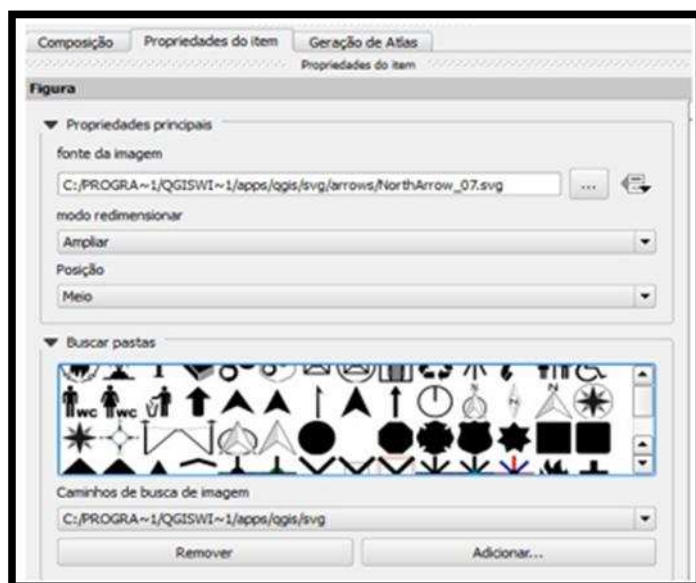



Fig 270 - Adição do Norte de Quadrícula.

O mapa gerado pode ser visualizado na Fig 271.

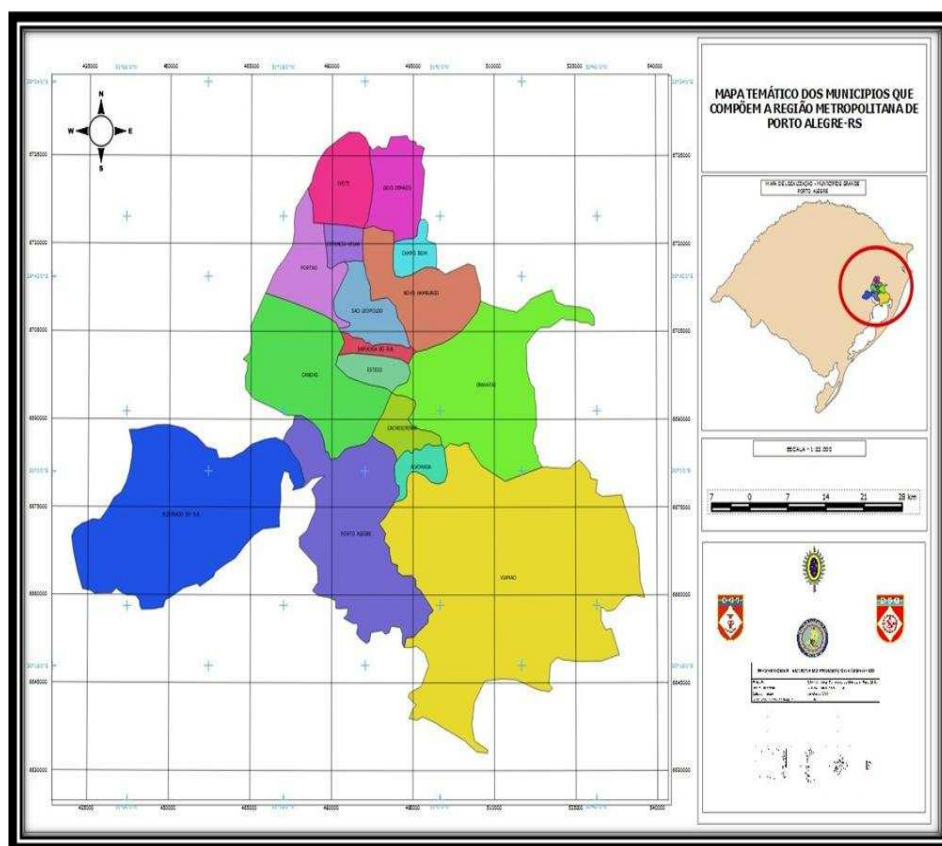



Fig 271 - Mapa Gerado.

Para exportação como “PDF” deve-se acessar Compositor > Exportar como PDF, conforme Fig 272.

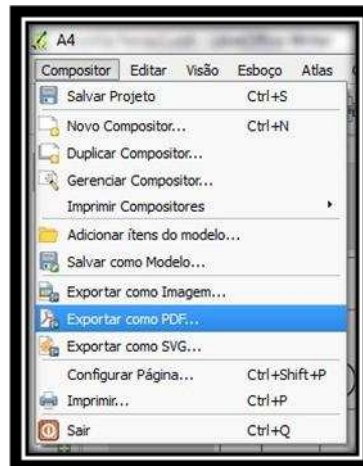



Fig 272 – Exportar.

8.3 IMPRESSÃO EM DIFERENTES TAMANHOS DE PAPEL

A principal finalidade da ferramenta "atlas" no QGIS é a impressão de arquivos que se encontram em formatos A0, A1, A2 ou A3 em folhas tamanho A4. Inicialmente para se criar um atlas deve-se gerar uma grade vetorial (Aba Vetor - Investigar - Grade Vetorial), conforme ilustrado Fig 273, em formato linha ou polígono.

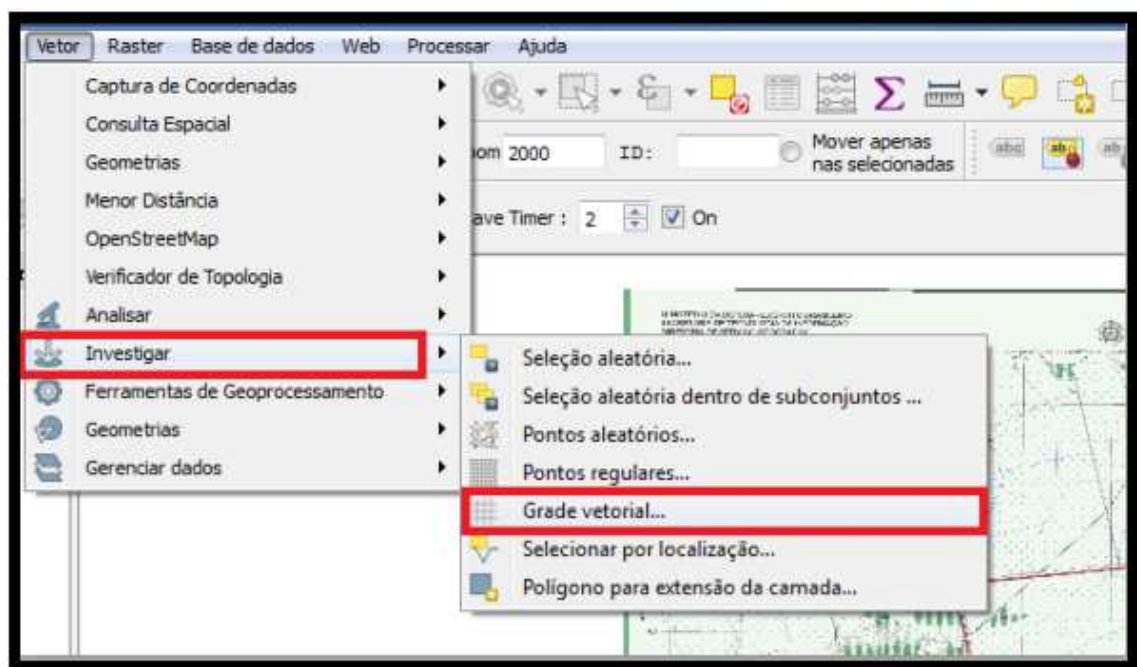



Fig 273 - Criação de Grade Regular.

A grade vetorial deve ser gerada em formato de linha ou polígono. Neste exemplo utilizou-se uma grade vetorial em formato de linha. Também se utilizou o espaçamento de 2 km (0,018 graus decimais) em cada eixo, conforme Fig 274.

Fig 274 - Definindo o espaçamento da grade vetorial.

Após a definição do espaçamento em Km da grade vetorial, o usuário deve ir na aba Projeto > Novo Compositor de Impressão, para indicar a composição das folhas de plotagem, conforme Fig 275.

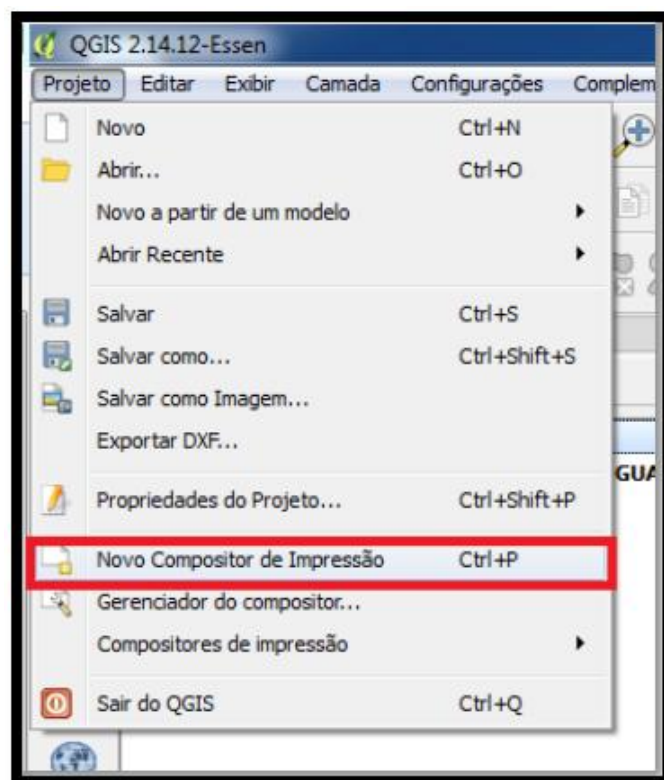



Fig 275 - Criando um compositor de impressão.

Após a criação do "*layout* de impressão", o usuário deve ir na aba "Composição" e escolher o tipo de folha de impressão (A4), e a orientação da folha que no caso da Fig 276, foi adotada como retrato.

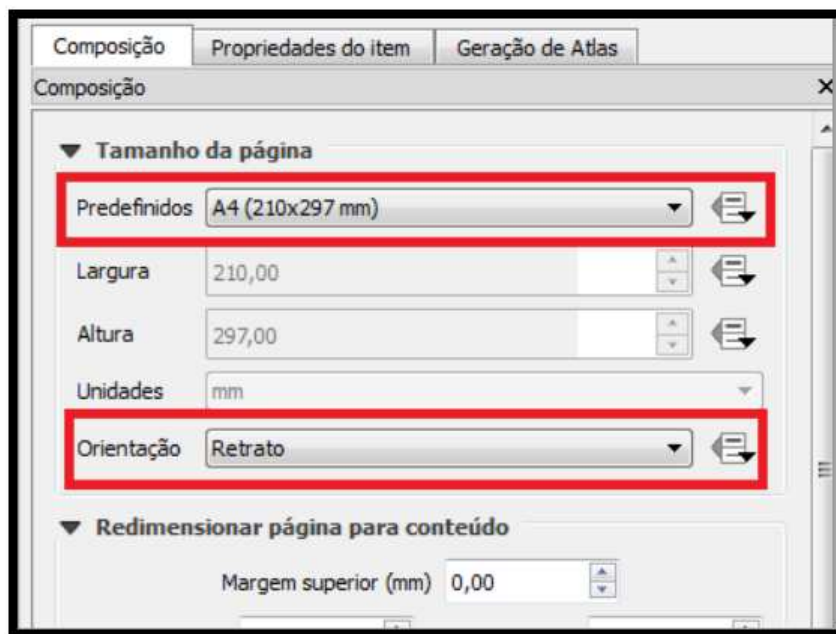



Fig 276 - Definição da folha de impressão.

Após essa etapa o usuário deve ir na aba "Propriedades do Item", conforme Fig 277, e definir a escala de impressão, que neste exemplo, é a escala da carta topográfica, ou seja, 1:50.000.

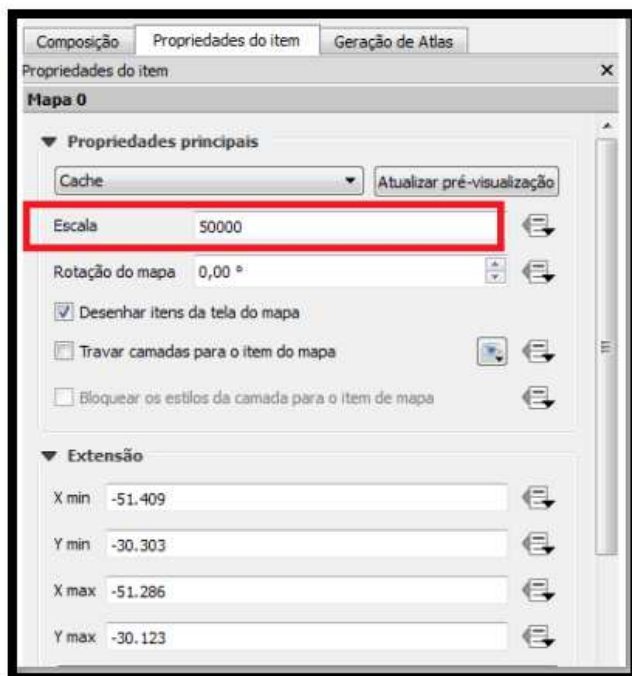



Fig 277 - Fixando a escala de impressão.

Após a definição da escala de impressão, ou seja, cada arquivo impresso deverá sair na escala 1:50.000, o usuário deve acessar a aba "Geração de Atlas", marcar a

opção “Gerar um Atlas”, em” Configuração” escolher o “shapefile” da grade vetorial criada na primeira etapa e marcar a opção “Ocultar Camada de Cobertura”, conforme Fig 278.

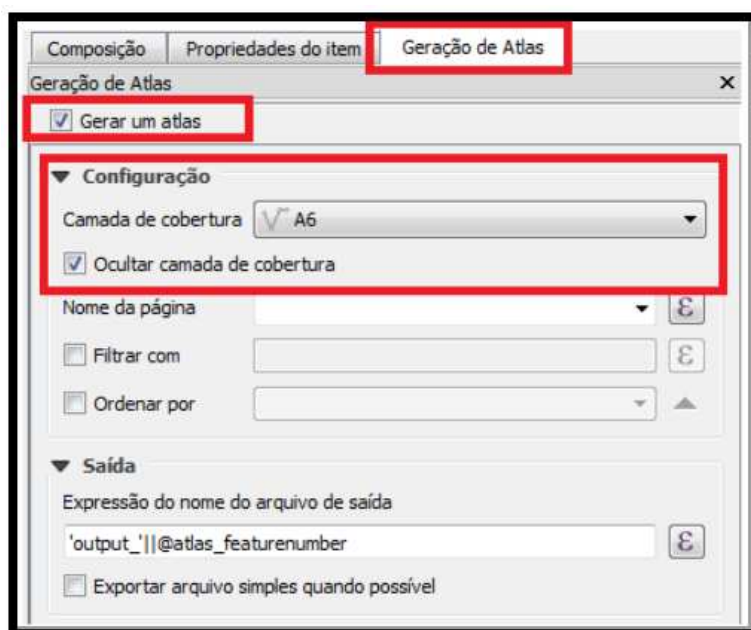



Fig 278 - Gerando o Atlas de impressão.

Na Fig 279, na “Aba Geração de Atlas”, o usuário deve selecionar a opção “Exportar arquivo simples quando possível”, assim ele irá gerar todas as folhas de plotagem em um único arquivo “.pdf”.

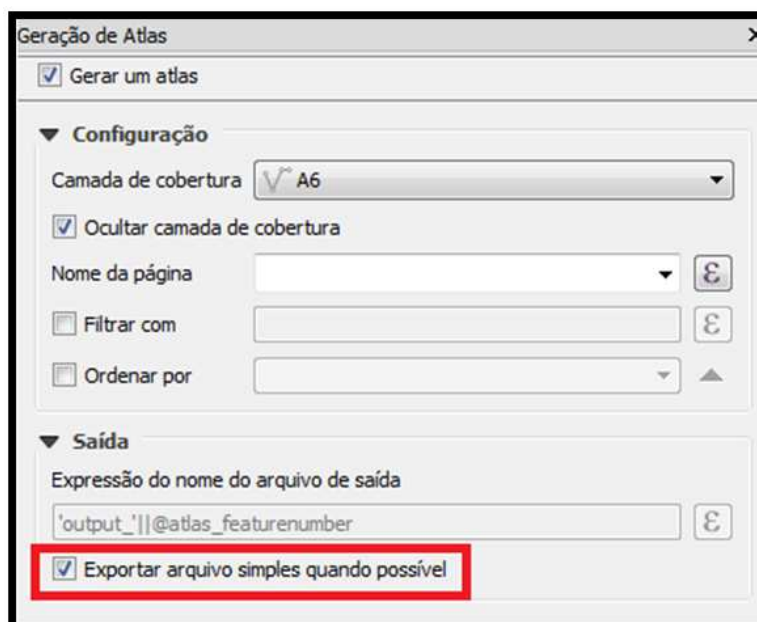



Fig 279 - Gerando um arquivo pdf único.

Na última etapa, o QGIS gera arquivos em formato pdf. Assim, conforme a Fig 280, foram geradas 35 (trinta e cinco) páginas de plotagem no formato A4 de uma carta topográfica 1:50.000.

Fig 280 - Exportando os Atlas Gerados para Plotagem.

Após a criação do ambiente de plotagem, ou “Folha Modelo”, pode-se começar a inserção dos principais elementos constituintes do mapa a ser criado.

CAPÍTULO IX
ANÁLISES ESPACIAIS

9.1 ANÁLISE ESPACIAL BÁSICA

Nesta seção serão apresentadas ferramentas para que sejam realizadas três análises espaciais básicas: união de arquivos vetoriais, interseção de arquivos vetoriais e consulta de informações da tabela de atributos. Estas análises serão fundamentais na execução de diversos procedimentos mais complexos, contudo, serão pouco empregadas de forma isolada. Faz-se necessário, desta forma, seu bom entendimento para as futuras ações apresentadas neste Caderno de Instrução. A seguir serão apresentados ambos os métodos de união.

9.1.1 UNIÃO DE ARQUIVOS POR FEIÇÕES

A junção de arquivos vetoriais serve para unir dois ou mais arquivos, que possuam as mesmas colunas da tabela de atributos. Essa união faz com que os campos de uma camada sejam adicionados à outra camada. Por exemplo, considere os cinco arquivos vetoriais que contém a Renda per Capita dos Estados Brasileiros, agrupados por regiões: Renda_Sul, Renda_Norte, Renda_SE, Renda_NE e Renda_CO. Na Fig 281 pode-se notar que as tabelas de atributo possuem as mesmas colunas. Caso se deseje unificar esses cinco arquivos em um único arquivo, os mesmo devem ser copiados para uma mesma pasta, onde serão mesclados conforme demonstrado nas figuras Fig 281 e Fig 282.

Tabela de atributo - Renda_SE :: Total de Feições: 4, filtrado: 4, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Renda_UF
0	Espírito Santo	Espírito Santo	Não	ES	32	Região Sudeste	1052.00
1	Minas Gerais	Minas Gerais	Não	MG	31	Região Sudeste	1049.00
2	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Não	RJ	33	Região Sudeste	1193.00
3	São Paulo	São Paulo	Não	SP	35	Região Sudeste	1432.00

Tabela de atributo - Renda_SUL :: Total de Feições: 3, filtrado: 3, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Renda_UF
0	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Não	RS	43	Região Sul	1318.00
1	Paraná	Paraná	Não	PR	41	Região Sul	1210.00
2	Santa Catarina	Santa Catarina	Não	SC	42	Região Sul	1245.00

Tabela de atributo - Renda_CO :: Total de Feições: 4, filtrado: 4, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Renda_UF
0	Distrito Federal	Distrito Federal	Não	DF	53	Região Centro-O...	2055.00
1	Mato Grosso	Mato Grosso	Não	MT	51	Região Centro-O...	1032.00
2	Goiás	Goiás	Não	GO	52	Região Centro-O...	1031.00
3	Mato Grosso do Sul	Mato Grosso do Sul	Não	MS	50	Região Centro-O...	1053.00

Tabela de atributo - Renda_NE :: Total de Feições: 9, filtrado: 9, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Renda_UF
0	Ceará	Ceará	Não	CE	23	Região Nordeste	616.00
1	Piauí	Piauí	Não	PI	22	Região Nordeste	659.00
2	Sergipe	Sergipe	Não	SE	28	Região Nordeste	758.00
3	Bahia	Bahia	Não	BA	29	Região Nordeste	697.00
4	Maranhão	Maranhão	Não	MA	21	Região Nordeste	461.00
5	Pernambuco	Pernambuco	Não	PE	26	Região Nordeste	802.00
6	Alagoas	Alagoas	Não	AL	27	Região Nordeste	604.00
7	Rio Grande do N...	Rio Grande do N...	Não	RN	24	Região Nordeste	695.00
8	Paraiba	Paraiba	Não	PB	25	Região Nordeste	682.00

Tabela de atributo - Renda_Norte :: Total de Feições: 7, filtrado: 7, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Renda_UF
0	Amapá	Amapá	Não	AP	16	Região Norte	753.00
1	Roraima	Roraima	Não	RR	14	Região Norte	871.00
2	Amazonas	Amazonas	Não	AM	13	Região Norte	739.00
3	Pará	Pará	Não	PA	15	Região Norte	631.00
4	Acre	Acre	Não	AC	12	Região Norte	670.00
5	Rondônia	Rondônia	Não	RO	11	Região Norte	762.00
6	Tocantins	Tocantins	Não	TO	17	Região Norte	765.00

Fig 281 - Tabelas de atributos.

Nome	Data	Tipo	Tamanho
Renda_CO	22/06/2016 14:01	Planilha OpenOffi...	2 KB
Renda_CO.prj	22/06/2016 14:00	Arquivo PRJ	1 KB
Renda_CO.qpj	22/06/2016 14:00	Arquivo QPJ	1 KB
Renda_CO.shp	22/06/2016 14:01	Arquivo SHP	451 KB
Renda_CO.shx	22/06/2016 14:01	Arquivo SHX	1 KB
Renda_NE	22/06/2016 14:02	Planilha OpenOffi...	3 KB
Renda_NE.prj	22/06/2016 13:59	Arquivo PRJ	1 KB
Renda_NE.qpj	22/06/2016 13:59	Arquivo QPJ	1 KB
Renda_NE.shp	22/06/2016 14:02	Arquivo SHP	947 KB
Renda_NE.shx	22/06/2016 14:02	Arquivo SHX	1 KB
Renda_Norte	22/06/2016 14:01	Planilha OpenOffi...	2 KB
Renda_Norte.prj	22/06/2016 13:59	Arquivo PRJ	1 KB
Renda_Norte.qpj	22/06/2016 13:59	Arquivo QPJ	1 KB
Renda_Norte.shp	22/06/2016 14:01	Arquivo SHP	1.136 KB
Renda_Norte.shx	22/06/2016 14:01	Arquivo SHX	1 KB
Renda_SE	22/06/2016 14:03	Planilha OpenOffi...	2 KB
Renda_SE.prj	22/06/2016 13:58	Arquivo PRJ	1 KB
Renda_SE.qpj	22/06/2016 13:58	Arquivo QPJ	1 KB
Renda_SE.shp	22/06/2016 14:03	Arquivo SHP	762 KB
Renda_SE.shx	22/06/2016 14:03	Arquivo SHX	1 KB
Renda_SUL	22/06/2016 14:02	Planilha OpenOffi...	1 KB
Renda_SUL.prj	22/06/2016 13:59	Arquivo PRJ	1 KB
Renda_SUL.qpj	22/06/2016 13:59	Arquivo QPJ	1 KB
Renda_SUL.shp	22/06/2016 14:02	Arquivo SHP	360 KB
Renda_SUL.shx	22/06/2016 14:02	Arquivo SHX	1 KB

Fig 282 - Preparação dos Arquivos para serem mesclados.

Para mesclar as duas feições vetoriais num único arquivo *shapefile* o deverá selecionar a opção desejada, através do seguinte caminho: "Vetor > Gerenciar Dados > Mesclar Shapefiles em um, conforme Fig 283.

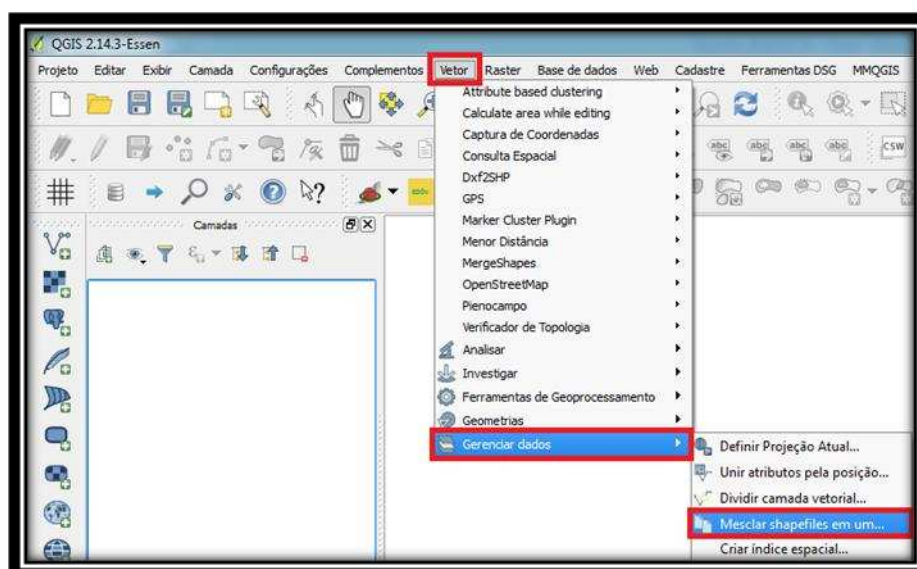



Fig 283 - União de Tabelas.

Conforme apresentado na Fig 284, o usuário deve selecionar o tipo de geometria da feição resultante (Arquivo Tipo *Shape*), no caso foi selecionado “Polígono”. Em pasta de entrada deve-se selecionar os arquivos vetoriais que serão mesclados. Se forem mais de um arquivo, seleciona-se todos. Em local de saída, informa-se o destino do arquivo final gerado.

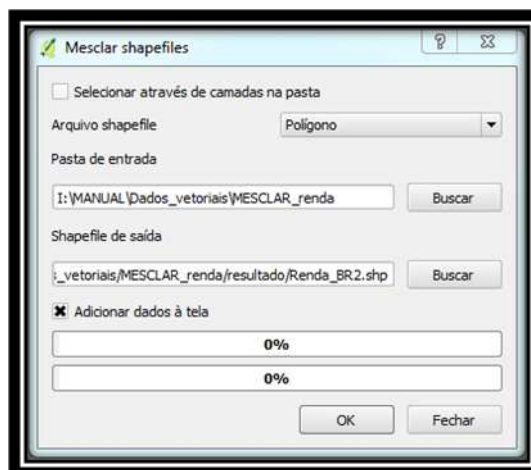



Fig 284 - Processo de mesclar arquivos.

Como resultado, temos um único arquivo, conforme tabela de atributos apresentada na Fig 285, e sua visualização, apresentada na Fig 286.

Tabela de atributo - Renda_BR :: Total de Feições: 27, filtrado: 27, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Renda_UF
0	Distrito Federal	Distrito Federal	Não	DF	53	Região Centro-O...	2055.00
1	Mato Grosso	Mato Grosso	Não	MT	51	Região Centro-O...	1032.00
2	Goiás	Goiás	Não	GO	52	Região Centro-O...	1031.00
3	Mato Grosso do Sul	Mato Grosso do Sul	Não	MS	50	Região Centro-O...	1053.00
4	Ceará	Ceará	Não	CE	23	Região Nordeste	616.00
5	Piauí	Piauí	Não	PI	22	Região Nordeste	659.00
6	Sergipe	Sergipe	Não	SE	28	Região Nordeste	758.00
7	Bahia	Bahia	Não	BA	29	Região Nordeste	697.00
8	Maranhão	Maranhão	Não	MA	21	Região Nordeste	461.00
9	Pernambuco	Pernambuco	Não	PE	26	Região Nordeste	802.00
10	Alagoas	Alagoas	Não	AL	27	Região Nordeste	604.00
11	Rio Grande do N...	Rio Grande do N...	Não	RN	24	Região Nordeste	695.00
12	Paraíba	Paraíba	Não	PB	25	Região Nordeste	682.00
13	Amapá	Amapá	Não	AP	16	Região Norte	753.00
14	Roraima	Roraima	Não	RR	14	Região Norte	871.00
15	Amazonas	Amazonas	Não	AM	13	Região Norte	739.00
16	Pará	Pará	Não	PA	15	Região Norte	631.00
17	Acre	Acre	Não	AC	12	Região Norte	670.00
18	Rondônia	Rondônia	Não	RO	11	Região Norte	762.00
19	Tocantins	Tocantins	Não	TO	17	Região Norte	765.00
20	Espírito Santo	Espírito Santo	Não	ES	32	Região Sudeste	1052.00
21	Minas Gerais	Minas Gerais	Não	MG	31	Região Sudeste	1049.00
22	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Não	RJ	33	Região Sudeste	1193.00
23	São Paulo	São Paulo	Não	SP	35	Região Sudeste	1432.00
24	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Não	RS	43	Região Sul	1318.00
25	Paraná	Paraná	Não	PR	41	Região Sul	1210.00
26	Santa Catarina	Santa Catarina	Não	SC	42	Região Sul	1245.00

Fig 285 - Tabela de Atributos.

Fig 286 - Arquivos Unidos.

IMPORTANTE: As colunas dos arquivos que serão unidos devem possuir o mesmo nome (diferenciando letras maiúsculas e minúsculas). Caso os nomes não coincidam, serão criadas novas colunas e os nomes diferentes serão considerados novos campos.

9.1.2 UNIÃO DE ARQUIVOS POR INFORMAÇÕES

Este processo de união adiciona uma coluna à tabela de atributos, com determinada informação. Ela pode ser realizada entre arquivos vetoriais ou entre um arquivo tabular e um arquivo vetorial. Para isso, é necessário que haja uma coluna com um identificador único e com correspondência em ambos os arquivos, como por exemplo ID, CPF, CNPJ, UF, conforme pode-se observar nas figuras Fig 287, Fig 288 e Fig 289, onde são apresentadas as tabelas de atributos e as colunas correspondentes entre os arquivos.

Observação: As colunas não necessitam ter o mesmo nome.

Tabela de atributo - Estados_Renda :: Total de Feições: 27

abc NOME = ε

	NOME	SIGLA	Renda_UF
8	Acre	AC	670.00
20	Alagoas	AL	604.00
3	Amapá	AP	753.00
5	Amazonas	AM	739.00
17	Bahia	BA	697.00
0	Ceará	CE	616.00
1	Distrito Federal	DF	2055.00
2	Espírito Santo	ES	1052.00
11	Goiás	GO	1031.00
18	Maranhão	MA	461.00
9	Mato Grosso	MT	1032.00
13	Mato Grosso do Sul	MS	1053.00
12	Minas Gerais	MG	1049.00
7	Pará	PA	631.00
25	Paraíba	PB	682.00
16	Paraná	PR	1210.00
19	Pernambuco	PE	802.00
6	Piauí	PI	659.00
21	Rio de Janeiro	RJ	1193.00
24	Rio Grande do N...	RN	695.00
15	Rio Grande do Sul	RS	1318.00
10	Rondônia	RO	762.00
4	Roraima	RR	871.00
23	Santa Catarina	SC	1245.00
22	São Paulo	SP	1432.00
14	Sergipe	SE	758.00
26	Tocantins	TO	765.00

Fig 287 - Arquivo Vetorial com Informações da Renda.

Tabela de atributo - Estados_populacao :: Total de Feições: 27, filtrado: 27, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Pop(2010)
0	Ceará	Ceará	Não	CE	23	Região Nordeste	8448055
1	Distrito Federal	Distrito Federal	Não	DF	53	Região Centro-O...	2562963
2	Espírito Santo	Espírito Santo	Não	ES	32	Região Sudeste	3512672
3	Amapá	Amapá	Não	AP	16	Região Norte	668689
4	Roraima	Roraima	Não	RR	14	Região Norte	451227
5	Amazonas	Amazonas	Não	AM	13	Região Norte	3480937
6	Piauí	Piauí	Não	PI	22	Região Nordeste	3119015
7	Pará	Pará	Não	PA	15	Região Norte	7588078
8	Acre	Acre	Não	AC	12	Região Norte	732793
9	Mato Grosso	Mato Grosso	Não	MT	51	Região Centro-O...	3033991
10	Rondônia	Rondônia	Não	RO	11	Região Norte	1560501
11	Goiás	Goiás	Não	GO	52	Região Centro-O...	6004045
12	Minas Gerais	Minas Gerais	Não	MG	31	Região Sudeste	19595309
13	Mato Grosso do Sul	Mato Grosso do Sul	Não	MS	50	Região Centro-O...	2449341
14	Sergipe	Sergipe	Não	SE	28	Região Nordeste	2068031
15	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Não	RS	43	Região Sul	10695532
16	Paraná	Paraná	Não	PR	41	Região Sul	10439601
17	Bahia	Bahia	Não	BA	29	Região Nordeste	14021432
18	Maranhão	Maranhão	Não	MA	21	Região Nordeste	6569683
19	Pernambuco	Pernambuco	Não	PE	26	Região Nordeste	8796032
20	Alagoas	Alagoas	Não	AL	27	Região Nordeste	3120922
21	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Não	RJ	33	Região Sudeste	15993583
22	São Paulo	São Paulo	Não	SP	35	Região Sudeste	41252160
23	Santa Catarina	Santa Catarina	Não	SC	42	Região Sul	6249682
24	Rio Grande do N...	Rio Grande do N...	Não	RN	24	Região Nordeste	3168133
25	Paraíba	Paraíba	Não	PB	25	Região Nordeste	3766834
26	Tocantins	Tocantins	Não	TO	17	Região Norte	1383453

Fig 288 - Tabela Vetorial com Informações da População.

Tabela de atributo - PIB_Estados :: Tot

	UF	PIB (Milhões R$)
0	Acre	9.629,00
1	Alagoas	29.545,00
2	Amapá	10.420,00
3	Amazonas	64.120,00
4	Bahia	167.727,00
5	Ceará	90.132,00
6	Distrito Federal	171.236,00
7	Espírito Santo	107.329,00
8	Goiás	123.926,00
9	Maranhão	58.820,00
10	Mato Grosso	80.830,00
11	Mato Grosso do Sul	54.471,00
12	Minas Gerais	403.551,00
13	Pará	91.009,00
14	Paraíba	38.731,00
15	Paraná	255.927,00
16	Pernambuco	117.340,00
17	Piauí	25.721,00
18	Rio de Janeiro	504.221,00
19	Rio Grande do N...	39.544,00
20	Rio Grande do Sul	277.658,00
21	Rondônia	29.362,00
22	Roraima	7.314,00
23	Santa Catarina	177.276,00
24	São Paulo	1.408.904,00
25	Sergipe	27.823,00
26	Tocantins	19.530,00

Fig 289 - Arquivo Tabular com Informações do PIB.

Na camada que se deseja unir as demais informações, no caso, Estados_PIB, vá em: Propriedades > Uniões > adição, a partir do que se abre a janela ilustrada na Fig 290:

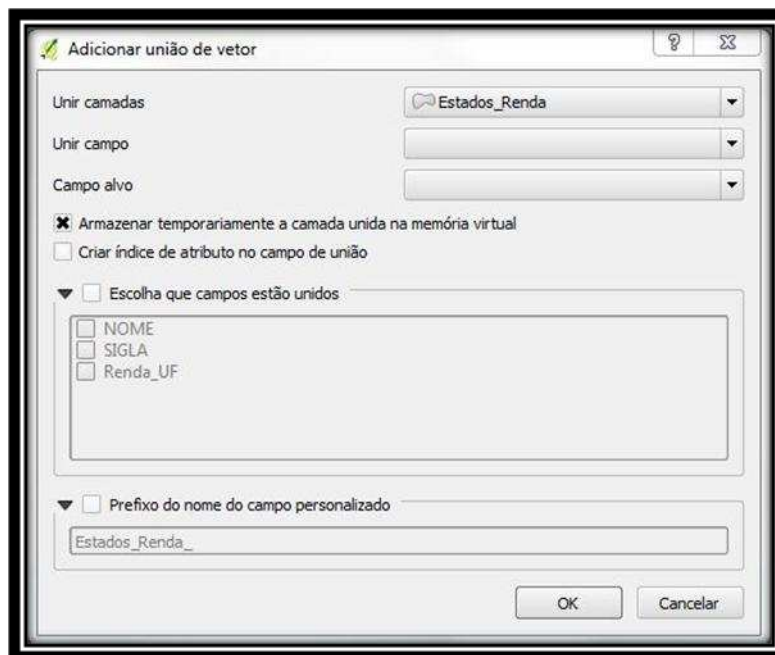



Fig 290 - União de Informações.

Nos campos “Unir Camada”, escolha qual a outra camada deseja unir, “Unir Campo” escolha a coluna da camada escolhida, e “Campo Alvo” escolha a coluna da camada em edição que contenha as mesmas informações do campo anterior, conforme Fig 291.

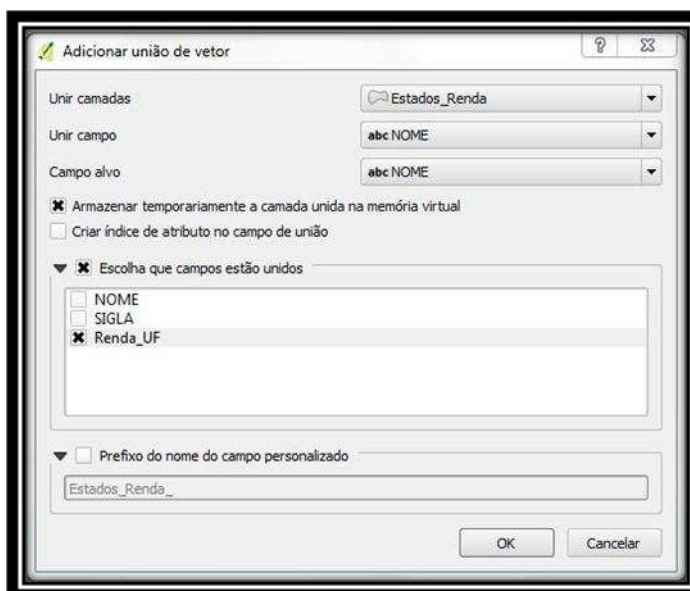



Fig 291 - Preenchimento dos dados.

IMPORTANTE: As colunas selecionadas nos campos “Unir campo” e “Campo alvo” devem possuir Identificadores Únicos (Id) que relacionem os dois arquivos. Estes Id não podem se repetir dentro na mesma coluna do arquivo respectivo.

Após isso, a união entre as camadas aparecerá na aba “Uniões”, conforme Fig 292.

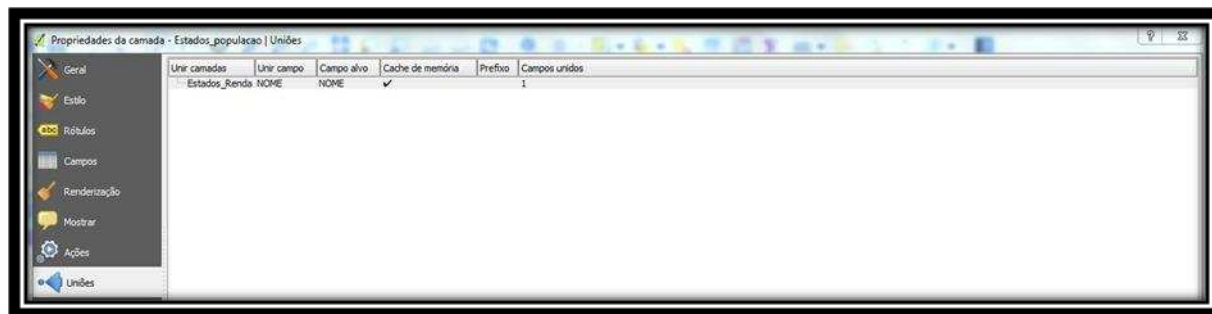



Fig 292 - Aba Uniões.

Este processo é o mesmo para união de arquivos vetoriais e arquivos tabulares. A união desses arquivos resulta na Fig 293.

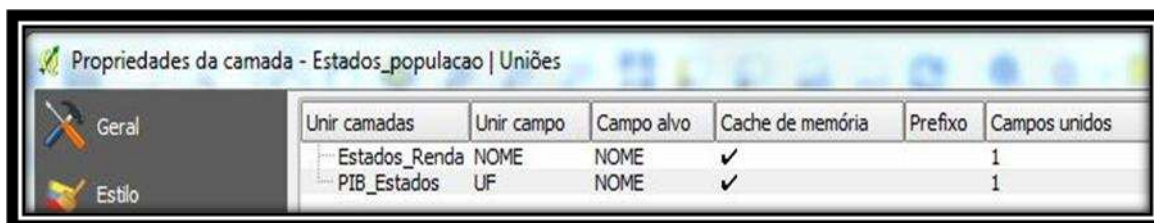



Fig 293 - Camadas Unidas.

Atenção: a realização dessa união não significa que o arquivo estará salvo. Para isso, deve-se clicar com o botão direito do *mouse* em cima da camada e escolher a opção “Salvar Como”, nomeando o novo arquivo gerado (UF_PIB_POP_Renda). Após isso as uniões feitas anteriormente podem ser desfeitas sem perda de informações ou dados. A Fig 294 apresenta o resultado de todo esse processo.

Tabela de atributo - Estados_populacao :: Total de Feições: 27, filtrado: 27, selecionado: 0

	NOME	NOMEABREV	GEOMETRIAA	SIGLA	GEOCODIGO	REGIAO	Pop(2010)	Renda_UF	PIB (Milhões R$)
0	Ceará	Ceará	Não	CE	23	Região Nordeste	8448055	616.00	90.132,00
1	Distrito Federal	Distrito Federal	Não	DF	53	Região Centro-O...	2562963	2055.00	171.236,00
2	Espírito Santo	Espírito Santo	Não	ES	32	Região Sudeste	3512672	1052.00	107.329,00
3	Amapá	Amapá	Não	AP	16	Região Norte	668689	753.00	10.420,00
4	Roraima	Roraima	Não	RR	14	Região Norte	451227	871.00	7.314,00
5	Amazonas	Amazonas	Não	AM	13	Região Norte	3480937	739.00	64.120,00
6	Piauí	Piauí	Não	PI	22	Região Nordeste	3119015	659.00	25.721,00
7	Pará	Pará	Não	PA	15	Região Norte	7588078	631.00	91.009,00
8	Acre	Acre	Não	AC	12	Região Norte	732793	670.00	9.629,00
9	Mato Grosso	Mato Grosso	Não	MT	51	Região Centro-O...	3033991	1032.00	80.830,00
10	Rondônia	Rondônia	Não	RO	11	Região Norte	1560501	762.00	29.362,00
11	Goiás	Goiás	Não	GO	52	Região Centro-O...	6004045	1031.00	123.926,00
12	Minas Gerais	Minas Gerais	Não	MG	31	Região Sudeste	19595309	1049.00	403.551,00
13	Mato Grosso do Sul	Mato Grosso do Sul	Não	MS	50	Região Centro-O...	2449341	1053.00	54.471,00
14	Sergipe	Sergipe	Não	SE	28	Região Nordeste	2068031	758.00	27.823,00
15	Rio Grande do Sul	Rio Grande do Sul	Não	RS	43	Região Sul	10695532	1318.00	277.658,00
16	Paraná	Paraná	Não	PR	41	Região Sul	10439601	1210.00	255.927,00
17	Bahia	Bahia	Não	BA	29	Região Nordeste	14021432	697.00	167.727,00
18	Maranhão	Maranhão	Não	MA	21	Região Nordeste	6569683	461.00	58.820,00
19	Pernambuco	Pernambuco	Não	PE	26	Região Nordeste	8796032	802.00	117.340,00
20	Alagoas	Alagoas	Não	AL	27	Região Nordeste	3120922	604.00	29.545,00
21	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Não	RJ	33	Região Sudeste	15993583	1193.00	504.221,00
22	São Paulo	São Paulo	Não	SP	35	Região Sudeste	41252160	1432.00	1.408.904,00
23	Santa Catarina	Santa Catarina	Não	SC	42	Região Sul	6249682	1245.00	177.276,00
24	Rio Grande do N...	Rio Grande do N...	Não	RN	24	Região Nordeste	3168133	695.00	39.544,00
25	Paraíba	Paraíba	Não	PB	25	Região Nordeste	3766834	682.00	38.731,00
26	Tocantins	Tocantins	Não	TO	17	Região Norte	1383453	765.00	19.530,00

Fig 294 - Camadas Unidas.

9.1.3 INTERSEÇÃO DE CAMADAS - COMPLEMENTO MMQGIS

O processo de interseção de camadas serve para realizar uma estatística entre camadas que se intersectem. Esta estatística é apresentada por feições da camada. Para ilustrar a interseção de camadas serão empregados um arquivo vetorial do tipo

polígono com as áreas de atuação de cinco OM fictícias e um arquivo vetorial do tipo ponto com um conjunto de 400 “ocorrências” nessas áreas, distribuídas aleatoriamente, conforme demonstrado na Fig 295.

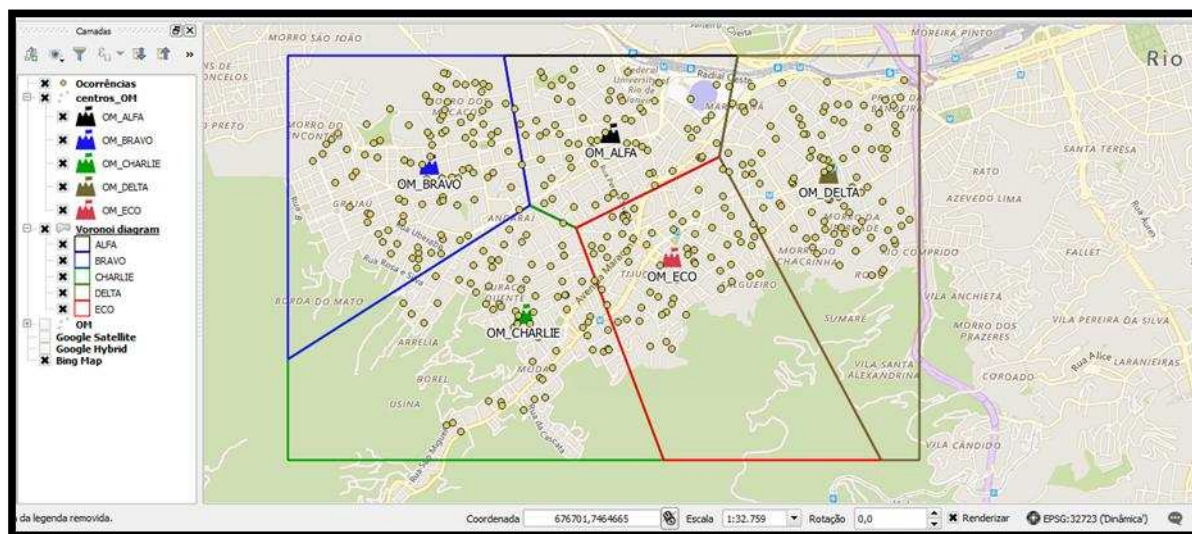



Fig 295 - Arquivos de Pontos e Polígonos.

A interseção de camadas irá relacionar atributos das duas camadas nas suas áreas de interseção. Para isso serão feitas duas consultas espaciais entre essas camadas:

- Primeiro serão avaliadas quantas ocorrências cada OM será responsável.

- Segundo serão designadas quais OM serão responsáveis por cada ocorrência.

Para isso deve-se empregar o *plugin* MMQGIS. Acessando MMQGIS > *Combine* > *Spatial Join*. (Fig 296).

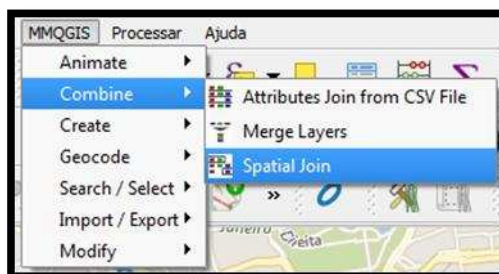



Fig 296 - Complemento MMQGIS: *Spatial Join*.

Ao acessar essa aba, será aberta a janela apresentada na Fig 297, onde deverão ser definidos os seguintes parâmetros:

- *Output Shape (Target) Layer*: Camada vetorial onde serão adicionadas as informações provenientes da interseção;

- *Spatial Operation*: Tipo de operação especial a ser usada. As principais são *Intersect* (Interseção) e *Contains* (Contém);

- *Data (Join) Layer*: Camada vetorial utilizada para informações à camada *Output Layer*.

- *Attribute Operation*: Operação a ser realizada com os atributos. Por padrão deve-se manter *First* (primeiro);

- *Fields*: Apresenta os campos (atributos) que aparecerão na nova camada vetorial a ser criada. Devem ser selecionados aqueles desejados à exibição.

- *Output File*: Local e nome do arquivo vetorial que será criado como resultado da operação espacial.

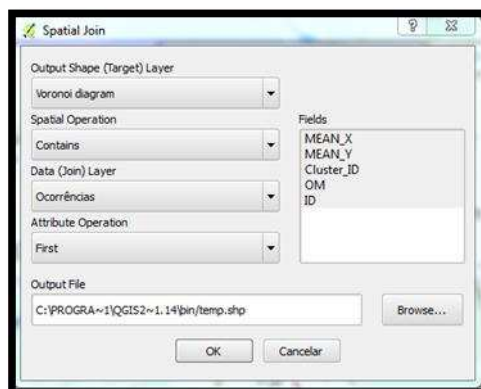



Fig 297 - *Spatial Join* do MMQGIS.

Para verificar quantas ocorrências cada OM seria responsável, o “Output Shape” deve ser a camada vetorial de polígonos, no caso, “voronoi diagram” e o “Data Layer” deve ser a camada vetorial de pontos com as ocorrências. O resultado dessa análise espacial será a geração de um arquivo vetorial tipo polígono (“Áreas ocorrências”), que pode ser estilizado da mesma forma que o “Voronoi diagram”. A Fig 298 mostra a tabela de atributos da camada “Áreas ocorrências”. Observe que o campo “COUNT” apresenta esse dado.

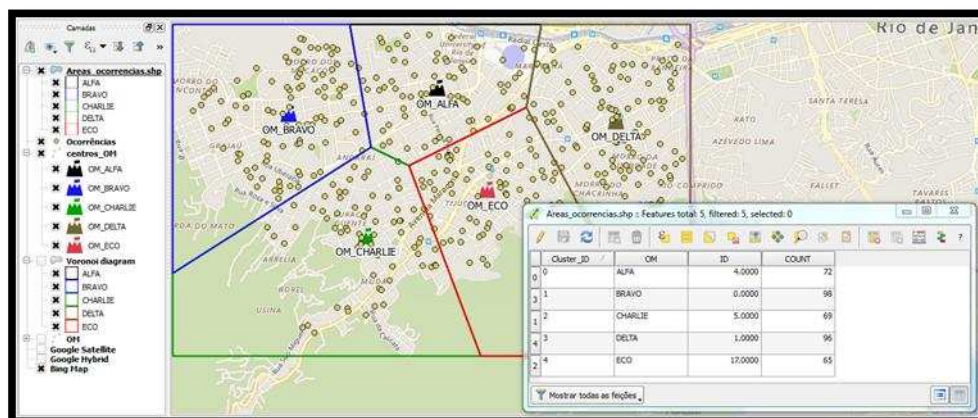



Fig 298 - Cálculo de Ocorrências por OM.

Para se determinar a OM responsável por cada ocorrência o procedimento é o mesmo, contudo deve-se trocar a ordem das camadas no *Spation Join* do “MMMQIS”. Neste caso, o *Output Shape* deve ser a camada vetorial de pontos com as ocorrências e o *Data Layer* deve ser a camada vetorial de polígonos, no caso, voronoi diagram. O resultado dessa análise espacial será a geração de um arquivo vetorial tipo ponto (Ocorrências OM). A Fig 299 mostra a tabela de atributos da camada “Ocorrências OM”. Observe que o campo “COUNT” apresenta esse dado.

Fig 299 - OM responsável por ocorrência.

9.1.4 CONTAGEM DE PONTOS EM POLÍGONOS

Outro processo para determinar a quantidade de ocorrências que seria responsabilidade de uma OM e empregando os mesmos dados da seção anterior, seria realizar a contagem de pontos em polígono do QGIS. Para isso deve-se acessar Vetor > Analisar > Pontos no Polígono, ao passo que se abrirá uma janela conforme mostra na Fig 300. Deve-se, então, preencher os seguintes campos:

- “Selecione a camada vetorial de polígonos”;
- “Selecione a camada vetorial de pontos”;
- “Entrar com atributos da camada vetorial de ponto para agregar (à camada de polígono)”;
- “Método estatístico para agregação de atributo: manter soma”;
- “Nome para o campo de contagem de saída”; e
- “*Shapefile* de saída”.

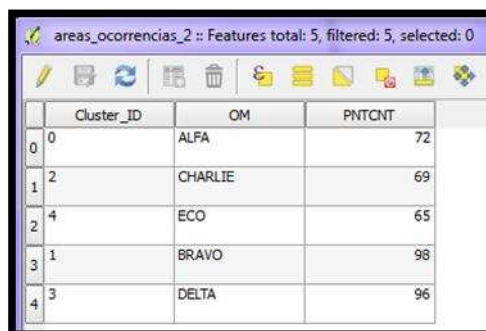



Fig 300 - Contar pontos em polígono.

Realizando-se esse processo, o resultado deve ser o mesmo obtido na Fig 298, conforme podemos observar na Fig 301.

	Cluster_ID	OM	PNTCNT
0	0	ALFA	72
1	2	CHARLIE	69
2	4	ECO	65
3	1	BRAVO	98
4	3	DELTA	96

Fig 301 - Pontos no polígono.

9.1.5 CONSULTA POR ATRIBUTOS

Essas consultas são baseadas em campos da tabela de atributos e tem por objetivo recuperar a informação a partir de condições específicas. Podem ser criadas novas camadas ou novos dados na tabela de atributos para posterior consulta, o que amplia as suas potencialidades. A consulta por atributos pode ser utilizada para verificar, por exemplo, a quantidade de carros de combate disponíveis e indisponíveis de uma OM de Cavalaria, clicando sobre a localização da mesma em um mapa carregado num SIG.

Como já visto, a tabela de atributos é uma fonte importante de informações sobre a camada vetorial que se esteja trabalhando. Pode conter informações numéricas e textuais e as consultas podem ser relacionadas a cada campo, ou mesmo em dois, ou mais campos em conjunto.

A consulta por atributos pode ser realizada acessando a camada desejada, clicando nela com o botão direito do *mouse* e indo em "tabela de atributos". Para realização das consultas deve-se selecionar o ícone "Selecionar Feições Usando uma Expressão", conforme apresentado na Fig 302.

Fig 302 - Ferramenta de seleção de feições.

Após isso, deve-se fazer as consultas desejadas, cujos resultados podem ser vistos nas Fig 303 e Fig 304, onde foram realizadas consultas sobre quais OM possuíam como Comandante um militar cujo posto fosse TC e quais OM possuíam efetivo com mais de 600 militares. Vejamos os resultados:

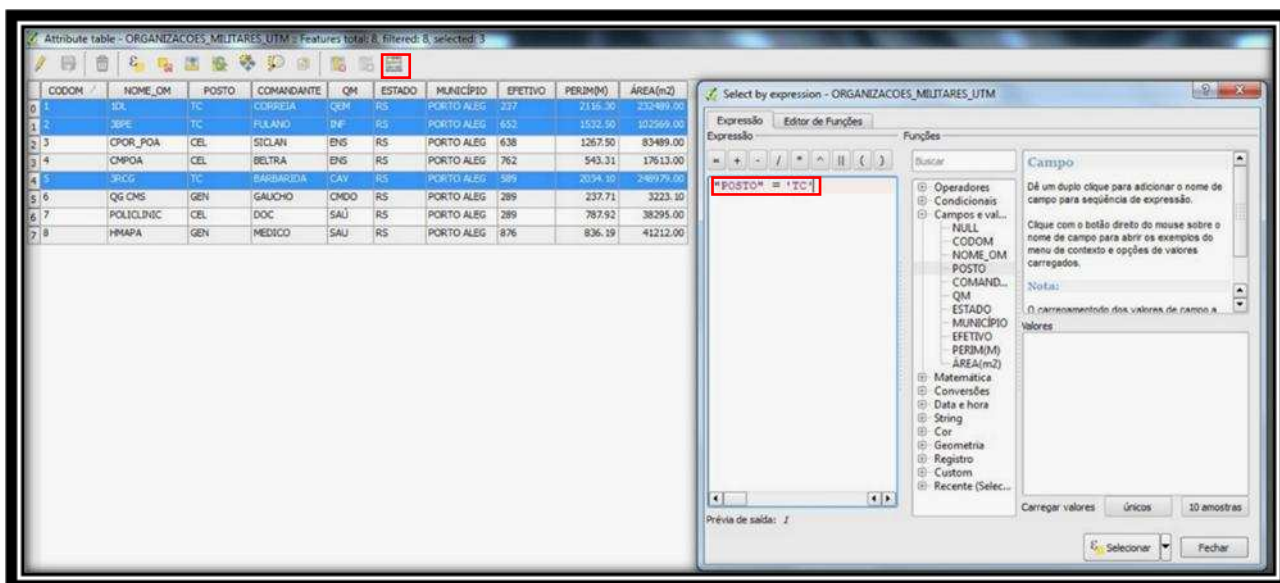



Fig 303 - Seleção por posto do Comandante de OM.

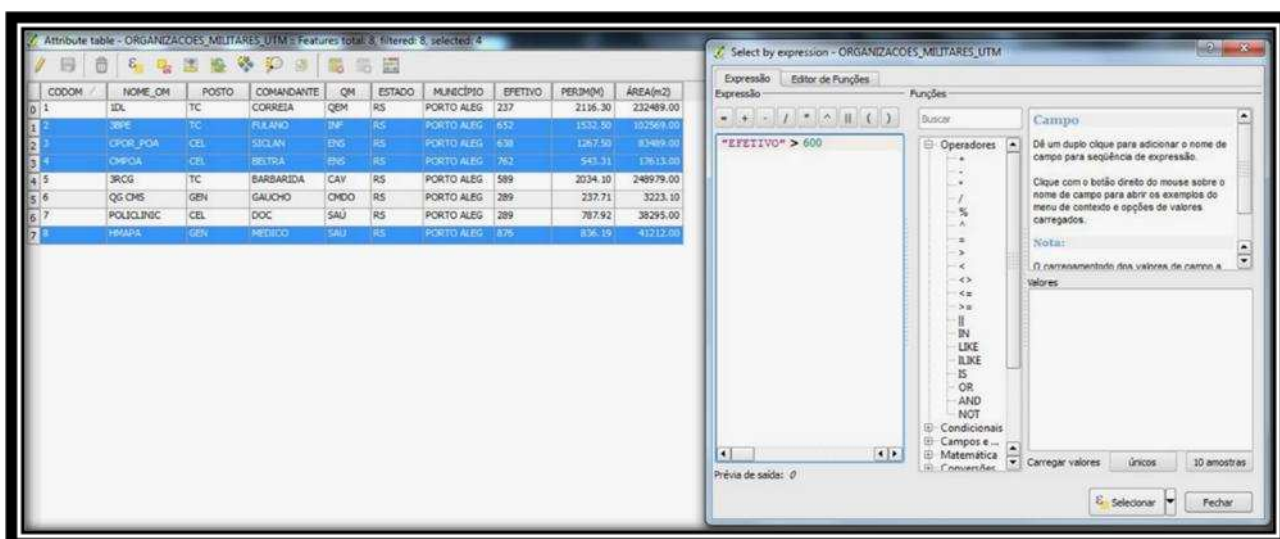



Fig 304 - Seleção por efetivo da OM.

9.2 EMPREGO DA CALCULADORA DE CAMPO (DE EXPRESSÕES)

A calculadora de campo é uma importante ferramenta para realização de consultas e operações espaciais. Nesta seção serão apresentados conceitos e comandos básicos da calculadora de expressões, contudo, a mesma possui inúmeras outras possibilidades e cabe ao militar pesquisar e desenvolver soluções que atendam às suas necessidades.

A calculadora de campo pode ser acessada através da tabela de atributos dos arquivos vetoriais. Para isso, a edição da camada deve estar ativa. A Fig 305 apresenta os componentes da calculadora de campo, que serão apresentados a seguir.

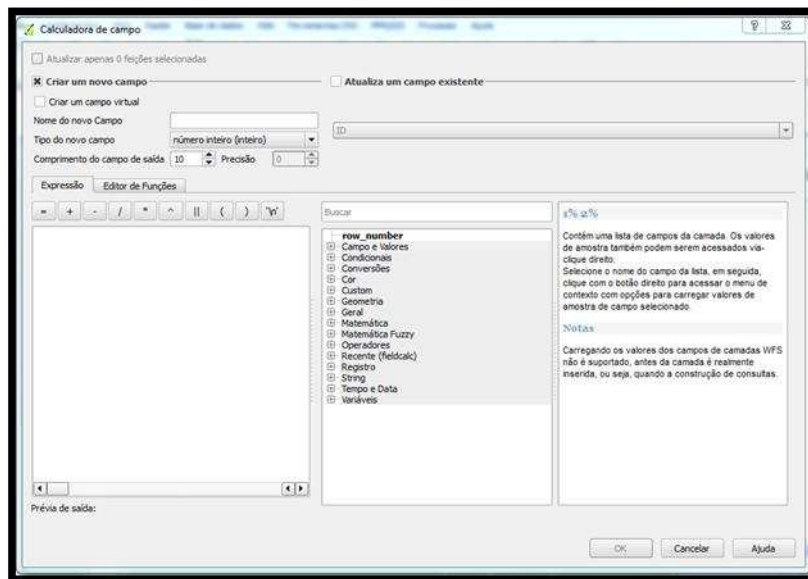



Fig 305 - Calculadora de Campo.

- Atualiza um campo existente: Deve ser marcado se o objetivo é apenas atualizar um dado da tabela diretamente pela calculadora de campo;
- Criar um novo campo: Deve ser marcado se o objetivo é a criação de um novo campo com novas informações;
- Criar um campo virtual: Nesse caso os valores do campo criado serão atualizados automaticamente a cada alteração no arquivo, mas não serão salvos no *shapefile*. Esses valores e este campo ficarão associados ao projeto apenas;
- Nome do novo Campo: Nome do campo na tabela de atributos.

Observação: Há uma limitação de 10 caracteres para o nome do campo;
- Tipo do novo campo: Pode ser *String* (texto), número inteiro, número inteiro 64 bits, número real (com casas decimais) e do tipo Data;
- Comprimento do campo de saída: quantidade de algarismos que o campo vai admitir;
- Precisão: Caso seja número real, quantas casas decimais o número terá. Observação: O comprimento campo de saída inclui a precisão, ou seja, o valor “10,123” possui precisão 3 e comprimento 5;
- Expressão: Janela onde são montadas as expressões que geram os valores a preencher o novo campo na tabela de atributo.

Não serão abordadas todas as expressões existentes, tão pouco amplas combinações entre as expressões, afim de não dificultar o entendimento.
- Aba Campo e Valores: Nesta aba aparecem os campos existentes da tabela de atributos. É importante para quando se deseja realizar alguma operação envolvendo esses campos ou mesmo duplicá-los.
- Aba Conversões: Possui expressões para converter o tipo de dados. Por exemplo, caso exista um atributo cujo tipo seja real e seja necessário ele ser inteiro, ou possua um atributo como inteiro, mas precise-se dele no formato texto pode-se usar as funções desta aba. A seguir serão listadas as principais expressões, sua forma de uso e um exemplo com imagem:

-> *to_int*: converte atributos numéricos para inteiros. Forma: to_int(“campo”);

-> *to_real*: converte atributos numéricos para real. Forma: to_real(“campo”);

-> *to_string*: converte atributos numéricos para texto. Forma: to_string(“campo”);

A Fig 306 apresentará exemplos empregando o campo “ID”.

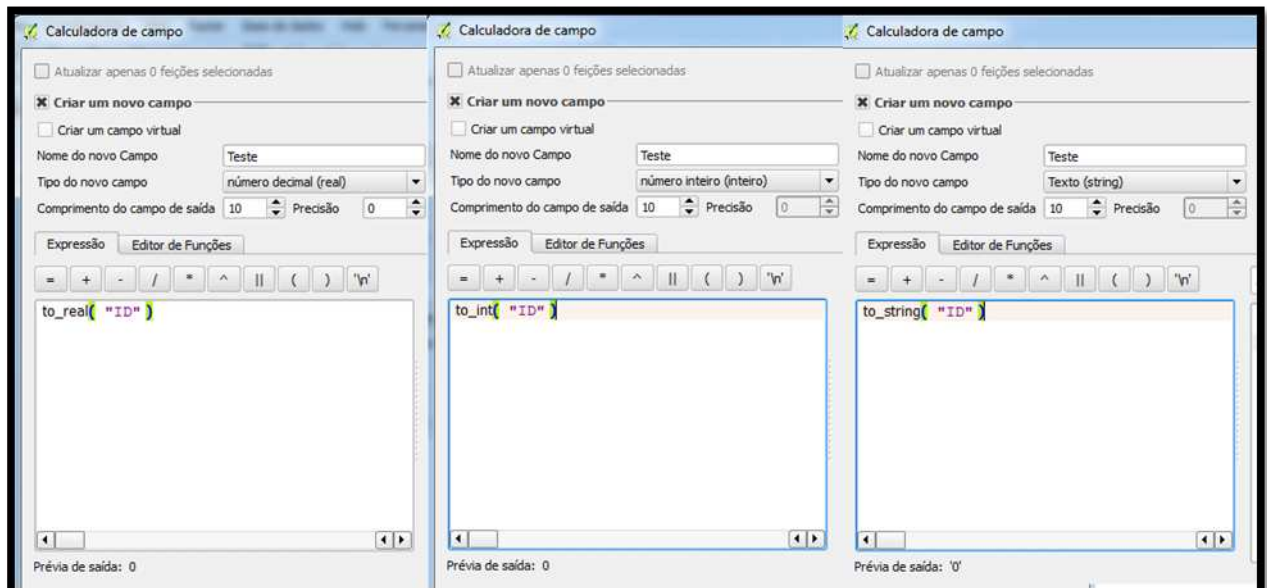



Fig 306 - Uso da calculadora de campo.

- Aba Geometrias: Possui as principais expressões para cálculos e análise espacial, as quais serão listadas a seguir.

-> *$area*: retorna a área se a feição for um polígono;

-> *$length*: retorna o comprimento se a feição for uma linha;

-> *$perimeter*: retornar o perímetro de uma área se a feição for um polígono;

-> *$x*: retorna a coordenada x de cada ponto se a feição for do tipo ponto no sistema de coordenada do arquivo vetorial em questão; e

-> *$y*: retorna a coordenada y de cada ponto se a feição for do tipo ponto no sistema de coordenada do arquivo vetorial em questão.

9.3 GEOCODIFICAÇÃO

O termo Geocodificação é empregado para descrever o processo de conversão de endereços em coordenadas geográficas a partir de uma base de dados que possua essa relação. Já a “Geocodificação reversa” é o processo de determinar endereços a partir de suas coordenadas. Normalmente as bases de dados empregadas nesses processos são bases *online*, como *googlemaps e OpenStreetMaps*. Contudo, caso haja disponibilidade de camadas vetorias dos lougradouros, distribuídas por um órgão confiável, como Prefeitura, Governos Estaduais e Distrital, IBGE ou a DSG, essas bases podem ser empregadas. A vantagem das bases online é a constante atualização das mesmas, o que não ocorre com esses arquivos vetoriais, que são confeccionados mediante projetos específicos destes órgãos. A vantagem das bases cadastrais são

sua precisão e confiabilidade, o que por muitas vezes falta nas bases *online*. A seguir serão apresentados dois *plugins* para Geocodificação no QGIS, o GeoCode e o MMQGIS.

9.3.1 GEOCODING

Este complemento será emrpegado apenas para a Geocodificação Reversa. Para isso, devemos clicar com o *mouse* em cima do local desejado. Na Fig 307 selecionamos a entrada do 3° BPE. Podemos identificar o endereço exibido de forma automática na tela e ao mesmo tempo na camada criada anteriormente por ocasião da Geocodificação.

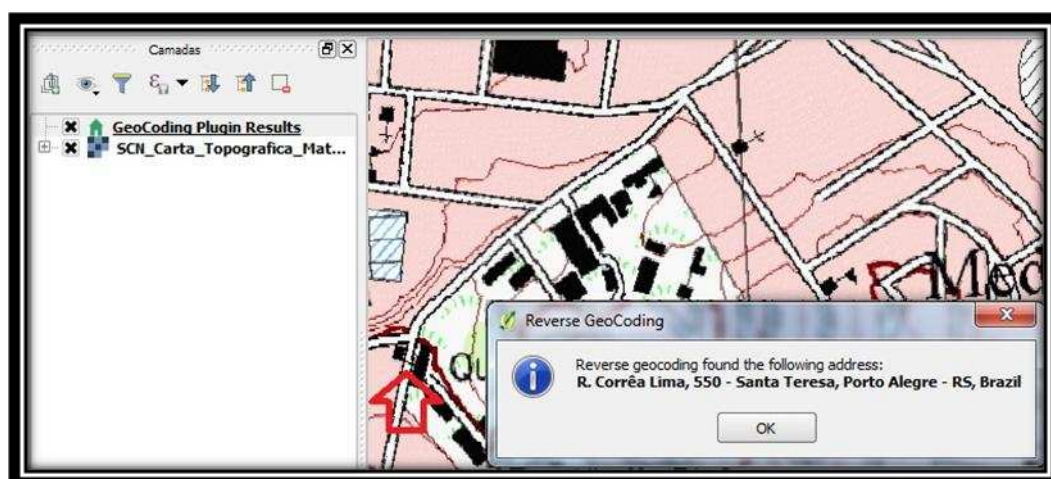



Fig 307 - Resultado da GeoCodificação Reversa.

9.3.2 MMQGIS

Ao acessar o complemento no menu principal > MMQGIS > GeoCode, serão apresentadas duas opções: "Geocode CSV whit google/Open Street Maps" e "Geocode from street layer" (Fig 308). A primeira opção é para consultar as bases online, ao passo que a segunda é para consulta em uma camada vetorial de referência.

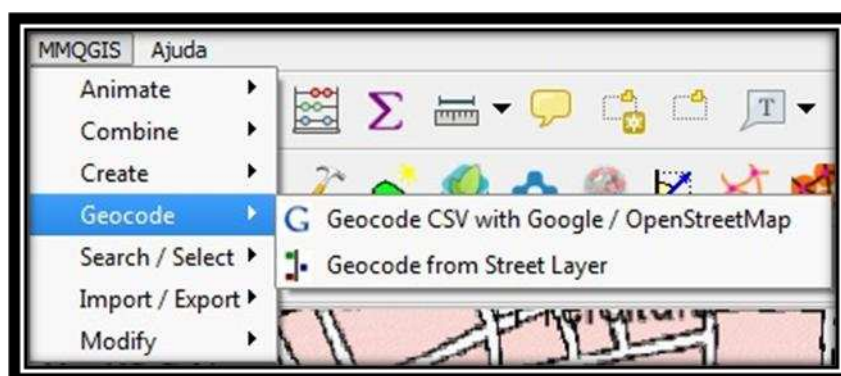



Fig 308 - Geocodificação pelo Plugin MMQGIS.

Para utilizarmos um arquivo vetorial com a base de dados, faz-se necessário que o mesmo possua diversos itens para a perfeita geocodificação, como pode ser visto na Fig 309. Ao analisarmos os atributos da camada vetorial de vias da Cidade de Porto Alegre, disponíveis no sítio eletrônico da Prefeitura Municipal de Porto Alegre,

vemos que a mesma não possui as informações necessárias para geocodificação, conforme vemos na Fig 310. Dessa forma, nota-se que para empregar um arquivo vetorial de vias, o mesmo deve atender os pré-requisitos listados abaixo, o que não é o caso para a fonte de dados trabalhada.

- *Street Name Attribute* = Campo com nome da via;
- *From X Attribute* = Primeira coordenada X da via;
- *From Y Attribute* = Primeira coordenada Y da via;
- *To X Attribute* = Última coordenada X da via;
- *To Y Attribute* = Última coordenada Y da via;
- *Left From Number* = Primeiro número do lado esquerdo da Via;
- *Right From Number* = Primeiro número do lado direito da Via;
- *Left To Number* = Último número do lado esquerdo da Via;
- *Right From Number* = Último número do lado direito da Via;
- *Left ZIP* = CEP do lado esquerdo da Via (Opcional); e
- *Right ZIP* = CEP do lado direito da Via (Opcional).

A partir desses dados é possível realizar a perfeita geocodificação, contudo, caso falte um ou mais elementos dentre os não opcionais, a geocodificação ficará prejudicada, não devendo ser realizada pelo complemento ou apresentar erros na geocodificação.

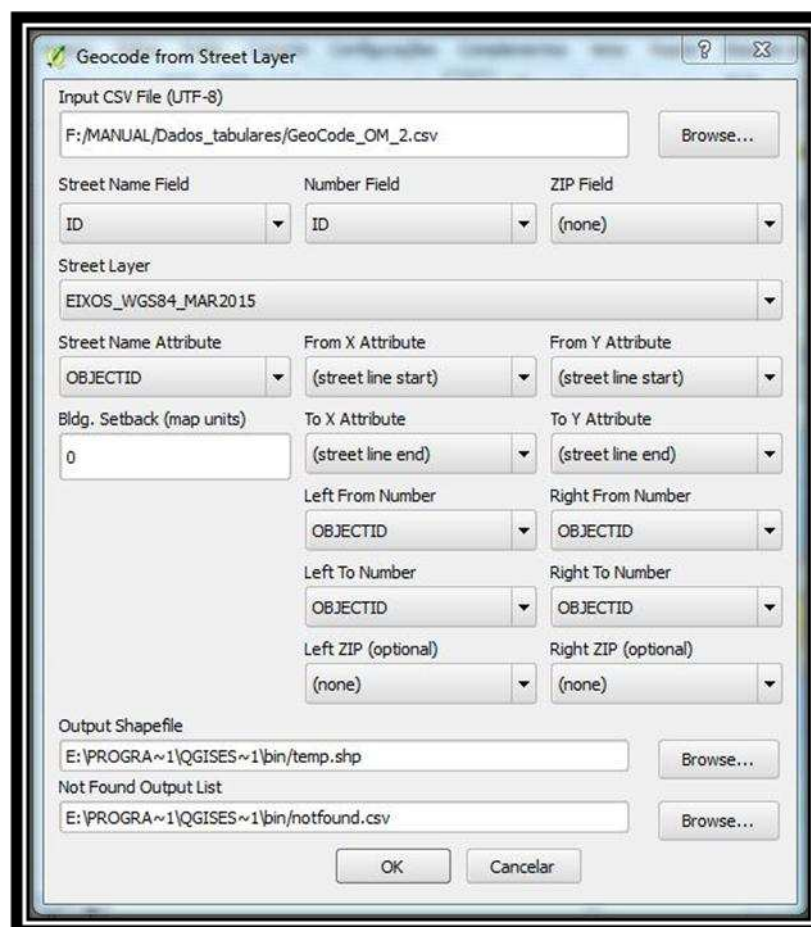



Fig 309 - Geocodificação por Camada Vetorial.

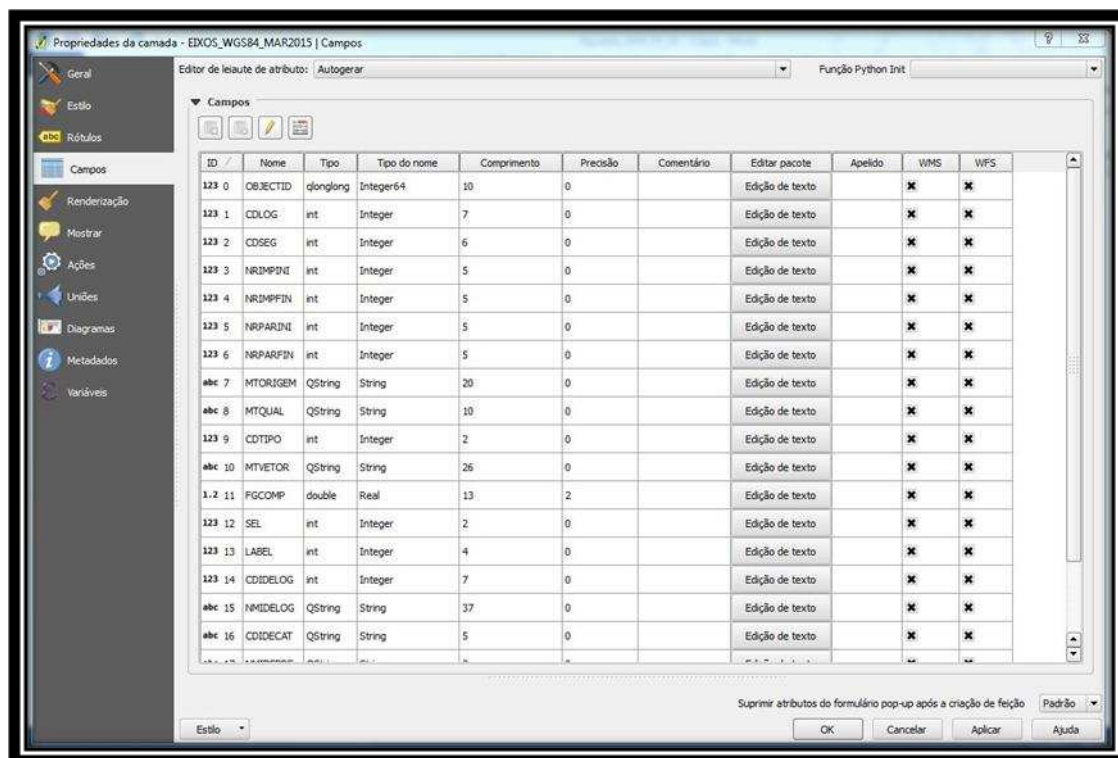



Fig 310 - Atributos da Camada de Vias.

Devido a dificuldade de preenchimento dos atributos necessários, havendo conexão com a *internet*, recomenda-se o uso das bases *online*, em especial do *googlemaps*. Para isso, selecionaremos a opção “Geocode CSV whit google/Open Street Maps”, o que fará com que seja aberta a tela apresentada na Fig 311, onde há a necessidade de importação da tabela no formato CSV dos endereços que se deseja geocodificar com os campos apresentados a seguir:

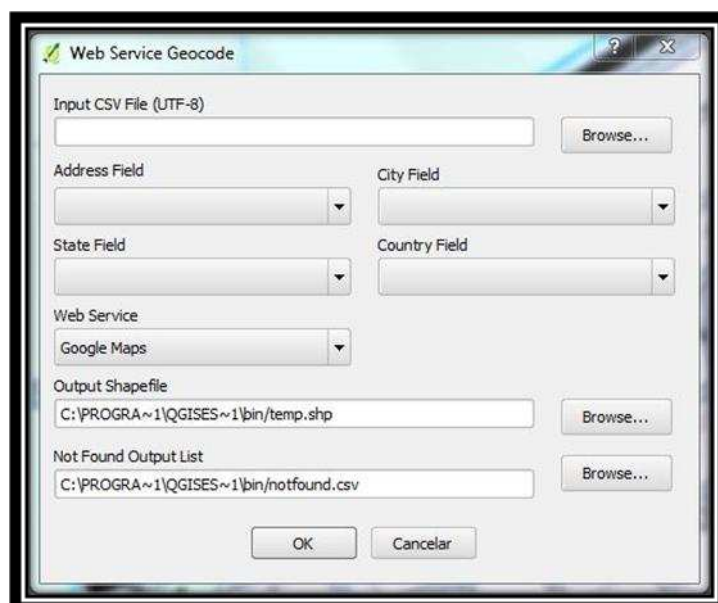



Fig 311 - Geocodificação com Base de Dados *Online*.

- *Address Field* = Campo com o endereço;
- *City Field* = Campo com a cidade;

- *State Field* = Campo com o Estado;
- *Country Field* = Campo com o país;
- *Web Service* = Base de dados *online* (*Google* ou *OSM*);
- *Output Shapefile* = Local onde será gerado o arquivo vetorial criado; e
- *Not Found Output List* = Local onde será gravada um tabela no formato “CSV “com os endereços em que não foram possíveis realizar a geocodificação.

Dessa forma, serão utilizados os dados no formato “CSV”, conforme apresentado na Tab 16, que possui os campos Id, Sigla, Endereço, Cidade, Estado e País, das OM.

ID	OM	Endereço	Cidade	Estado	País
1	3° BCOM	Av. da Serraria, 2680 - Espírito Santo	Porto Alegre	RS	Brasil
2	3° RCG	Rua Doutor Salvador França, 201 - Partenon	Porto Alegre	RS	Brasil
3	3° BPE	R. Corrêa Lima, 550 - Santa Teresa	Porto Alegre	RS	Brasil
4	8° BLOG	Av. Bento Gonçalves, 3156 - Partenon	Porto Alegre	RS	Brasil
5	CMPA	Av. José Bonifácio, 363 - Parque Farroupilha	Porto Alegre	RS	Brasil
6	CMS	Rua dos Andradas, 562 - Centro	Porto Alegre	RS	Brasil

Tab 16 - Endereços para Geocodificação.

Após realizar a geocodificação com esses dados será gerada uma camada vetorial com a tabela de atributos apresentada na Fig 312.

Tabela de atributo - GeoCode_Google :: Total de Feições: 6, filtrado: 6, selecionado: 0

	ID	OM	Endereco	Cidade	Estado	Pais	addrtype	addrlocat
0	1	3 BCOM	Av. da Serraria, ...	Porto Alegre	RS	Brasil	street_address	RANGE_INTERP...
1	2	3 RCG	Rua Doutor Salv...	Porto Alegre	RS	Brasil	street_address	ROOFTOP
2	3	3 BPE	R. Correa Lima, ...	Porto Alegre	RS	Brasil	street_address	ROOFTOP
3	4	8 BLOG	Av. Bento Goncal...	Porto Alegre	RS	Brasil	street_address	RANGE_INTERP...
4	5	CMPA	Av. Jose Bonifaci...	Porto Alegre	RS	Brasil	establishment	APPROXIMATE
5	6	CMS	Rua dos Andrada...	Porto Alegre	RS	Brasil	street_address	ROOFTOP

Fig 312 - Atributos da Camada Geocodificada.

9.4 CRIAÇÃO DE ÁREAS DE ALCANCE (*BUFFERS)*

Essa ferramenta gera polígonos em torno dos elementos de referência, como pontos, linhas e outros polígonos, baseados numa distância pré-definida pelo usuário. É possível, por exemplo, calcular a área de alcance de transmissão de sinais de rádio, áreas de alcance dos fuzis, das metralhadoras e dos morteiros da Infantaria, alcance de obuseiros e canhões da Artilharia, determinação de áreas de inunda para Engenharia, de áreas de influência para emprego da Intendência e Material Bélico e áreas de jurisdição de hospitais, para acionamento das unidades médicas mais próximas aos locais de acidentes, auxiliando os comandantes em diversos escalões.

Para exemplificar, imaginemos as tropas da 1ª e 2ª CIA Fuz Mtz de um BIMtz distribuídas no terreno conforme a Fig 313.

Fig 313 - Posição dos Pelotões na Imagem de Satélite.

O Cmt Cia deseja visualizar o alcance do Fuzil e da Metralhadora MAG, respectivamente 600 m e 1800 m. Nesses casos pode ser empregado o conceito de *buffer*, onde é criado um polígono com o alcance das armas. Para o exemplo em tela, só se faz necessário conhecer o alcance das armas na direção de ataque do inimigo. Dessa forma, empregaremos o *plugin* MMQGIS. Carregaremos o mesmo a partir do menu MMQGIS > create > Buffer, conforme demonstrado na Fig 314.

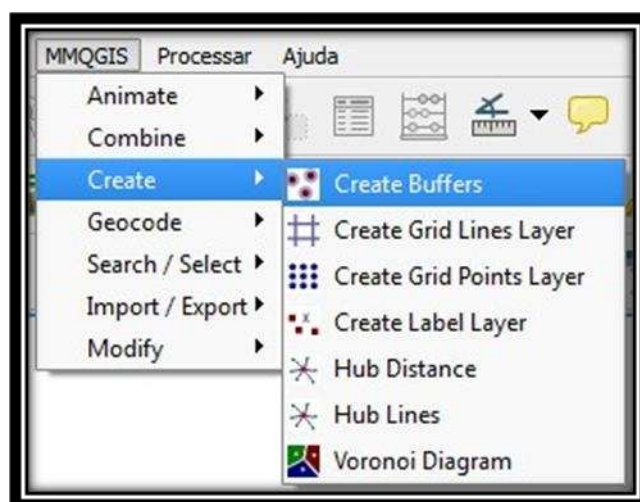



Fig 314 - Criação de *Buffer* no QGIS com *plugin* MQGIS.

Após isso será aberta uma caixa de diálogo, conforme apresentado na Fig 315, onde em "*source layer*" deve ser escolhido o arquivo vetorial desejado, no caso 1ª CIA

ou 2ª CIA, no campo "*Radius Unit*" deve-se inserir "*meters*", em "*buffer shape*" o tipo de arquivo vetorial a ser construído, no caso, "*North*" (norte), tendo em vista o ataque inimigo vir dessa posição e em "*Fixed Radius*" deve-se inserir o valor de alcance das armas, processo a ser repetido para cada arma.

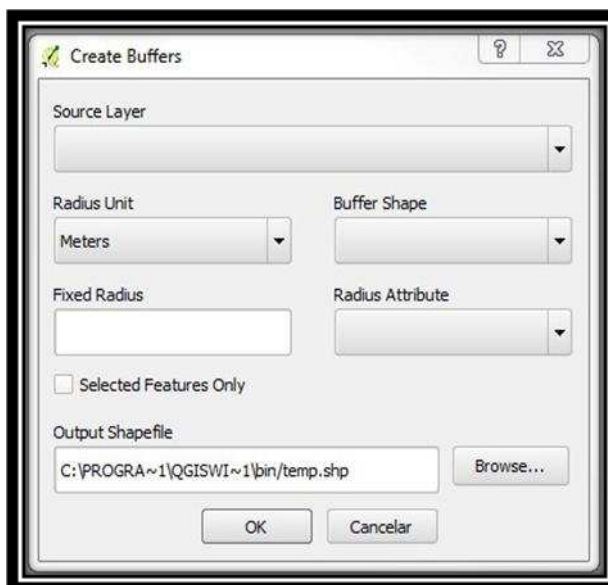



Fig 315 - Configuração do *Buffer* no *plugin* MMQGIS.

O resultado da criação dos *buffers* das armas de alcance sobrepostos, da 1ªCIA e 2ªCIA são apresentados, respectivamente, na Fig 316 e na Fig 317.

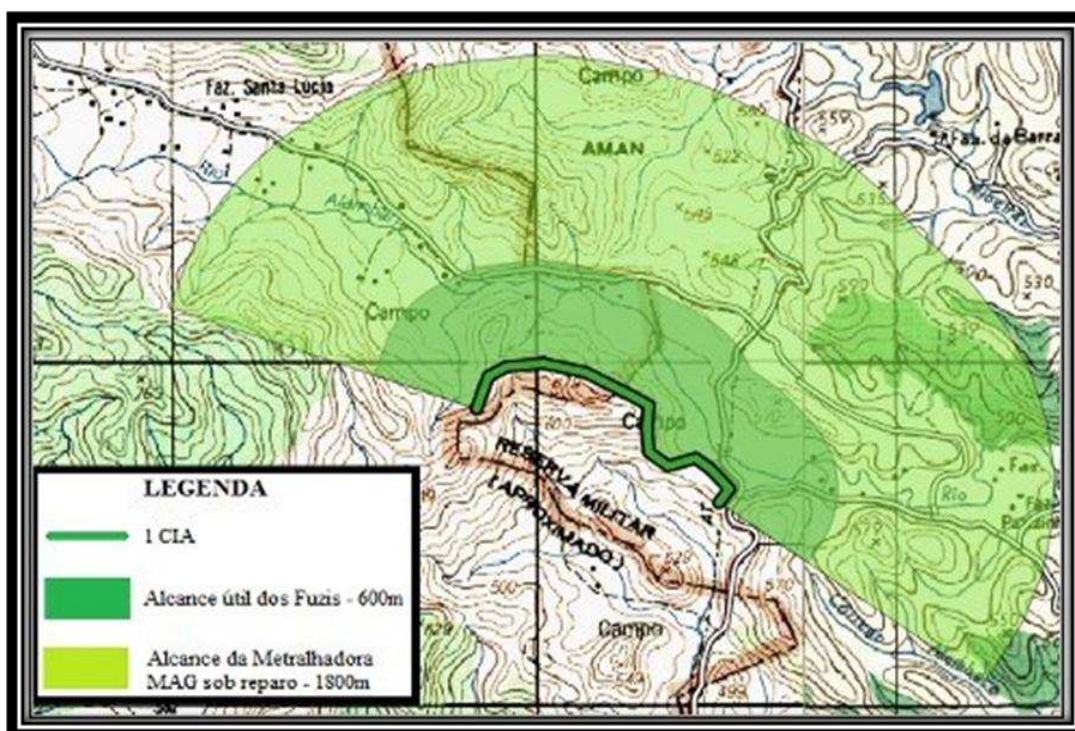



Fig 316 - Alcance do Fz e Mtr Mag da 1ª CIA.

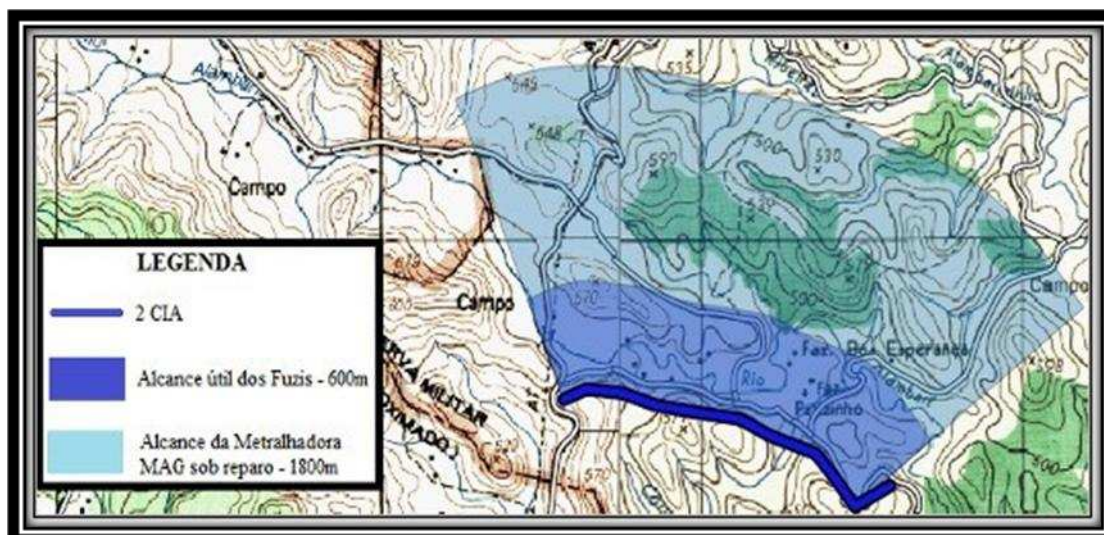



Fig 317 - Alcance do Fz e Mtr Mag da 2ªCIA.

IMPORTANTE: O sistema de projeção deve ser o UTM para que o cálculo das distâncias seja efetuado de forma correta.

9.5 AGRUPAMENTO DE FEIÇÕES (*CLUSTER*)

Clusters são dados agrupados devido a sua similaridade ou homogeneidade, que podem ser caracterizados pelas posições espaciais dos dados. Os conjuntos devem ser compactos e separados uns dos outros.

Há diversas formas de se agrupar dados por intermédio de *clusters*, contudo, será apresentada apenas o agrupamento por região espacial. Desta maneira, inúmeros trabalhos podem ser relacionados ao que será apresentado, variando apenas o atributo a ser considerado.

No QGIS será empregado o *plugin* "*Cluster Points*", que não se encontra no repositório oficial do QGIS. Ele deve ser baixado de *http://github.com/jjenkner/ClusterPoints* no ícone "*clone or download*" e, salvo e descompactado no computador. Após isso ele deve ser copiado para a seguinte pasta: *pasta do usuário\.qgis2\python\plugins*, devendo ser habilitado na aba complementos.

Ao ser executado o procedimento descrito, o *plugin* ficará disponível na aba "complementos" do QGIS, conforme Fig 318. Ele apresenta 4 abas internas a saber: criação dos agrupamentos (*Clustering*), criação dos centros dos agrupamentos e linhas de ligação (*Cluster Centers*), informações do plugin (*About*) e de ajuda (*Help*).

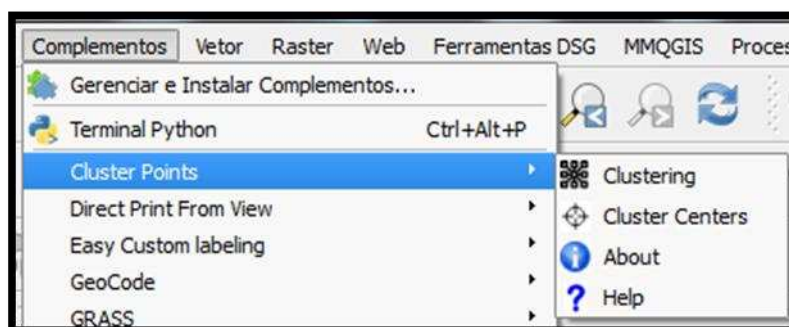



Fig 318 - Plugin Cluster Points.

Esse *plugin* é o que melhor satisfaz as necessidades que serão abordadas por ocasião dos diversos empregos militares que serão apresentados. No repositório do QGIS há outros *plugins* com esta mesma finalidade, mas todos estes apresentam desvantagens que inviabilizam sua adoção.

Para realizar a operação de agrupamento é necessário clicar em "*Clustering*", selecionar a camada de pontos desejada e realizar as configurações conforme apresentado na Fig 319 e descrito a seguir.

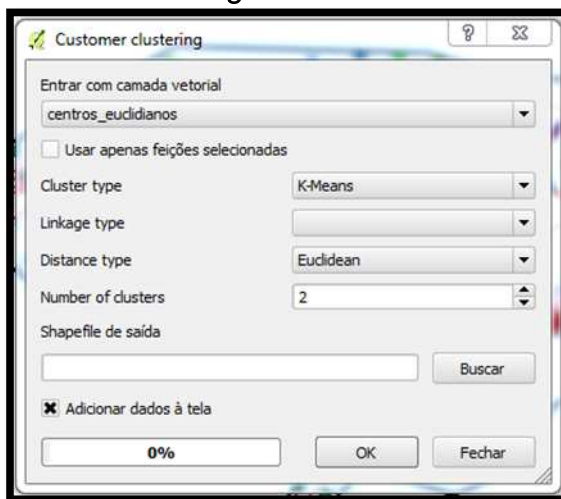



Fig 319 - Criação dos *Clusters*

- Entrar com a camada vetorial: camada de pontos que será empregada para gerar os agrupamentos;

- Usar apenas feições selecionadas: Caso não queira se realizar o *cluster* de todos os pontos, deve-se selecionar os pontos desejados via tabela de atributo ou ferramenta de seleção e marcar esta caixa;

- *Cluster Type*: Tipo do agrupamento a ser realizado (*K-Means* ou *Hierarquical*);

- *Linkage Type*: Tipo de ligação entre os pontos (habilitado apenas para o *hierarquical*);

- *Distance Type*: Tipo de medição de distância (*Euclidiana* ou *Manhatan*);

- *Number of Cluster*: Quantidade de agrupamentos a serem gerados; e

- *Shapefile* de saída: Nome e local do arquivo vetorial de saída. Importante observar que este arquivo manterá todos os atributos do arquivo usado como entrada para se gerar os agrupamentos, acrescentando um atributo relativo ao *cluster*.

A Fig 320 e a Fig 321 apresentam, respectivamente, um conjunto de 400 pontos aleatórios antes de qualquer manipulação e após a realização dos agrupamentos, seguindo os passos anteriores e definindo o tamanho de 20 agrupamentos, com as suas respectivas tabelas de atributos. É importante ressaltar que esses agrupamentos se baseiam na localização espacial e não na quantidade de elementos. Desta forma, não necessariamente ter-se-á 20 agrupamentos com 20 pontos em cada. É muito provável que hajam agrupamentos com mais do que outros, devido à distribuição espacial irregular dos pontos na superfície terrestre.

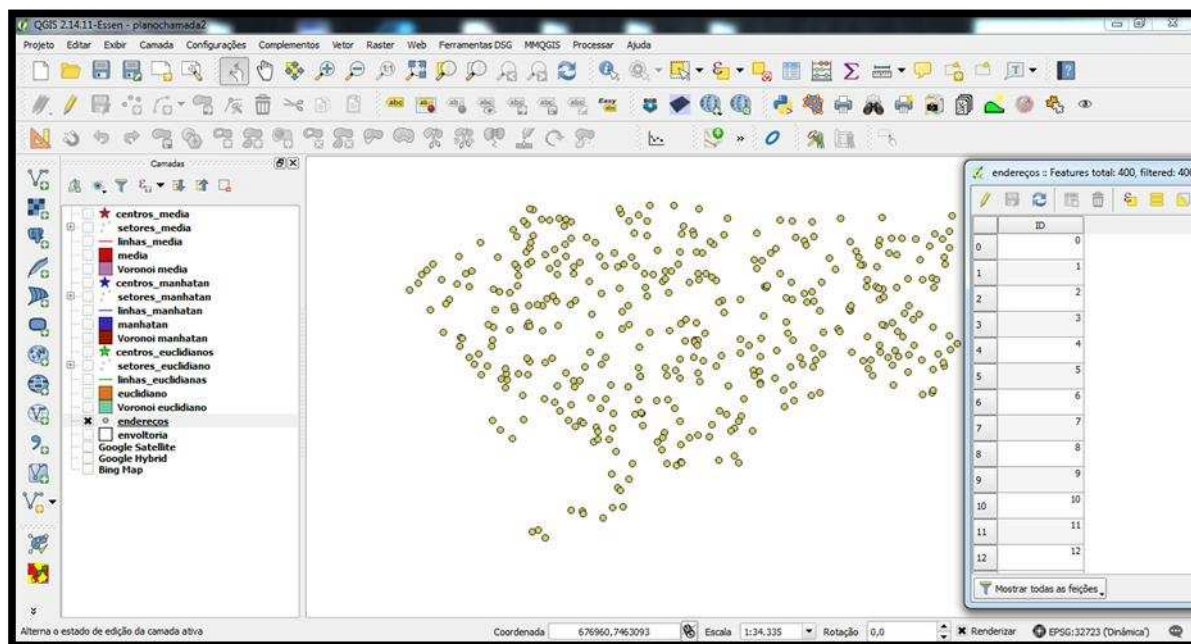



Fig 320 - Pontos a serem agrupados.

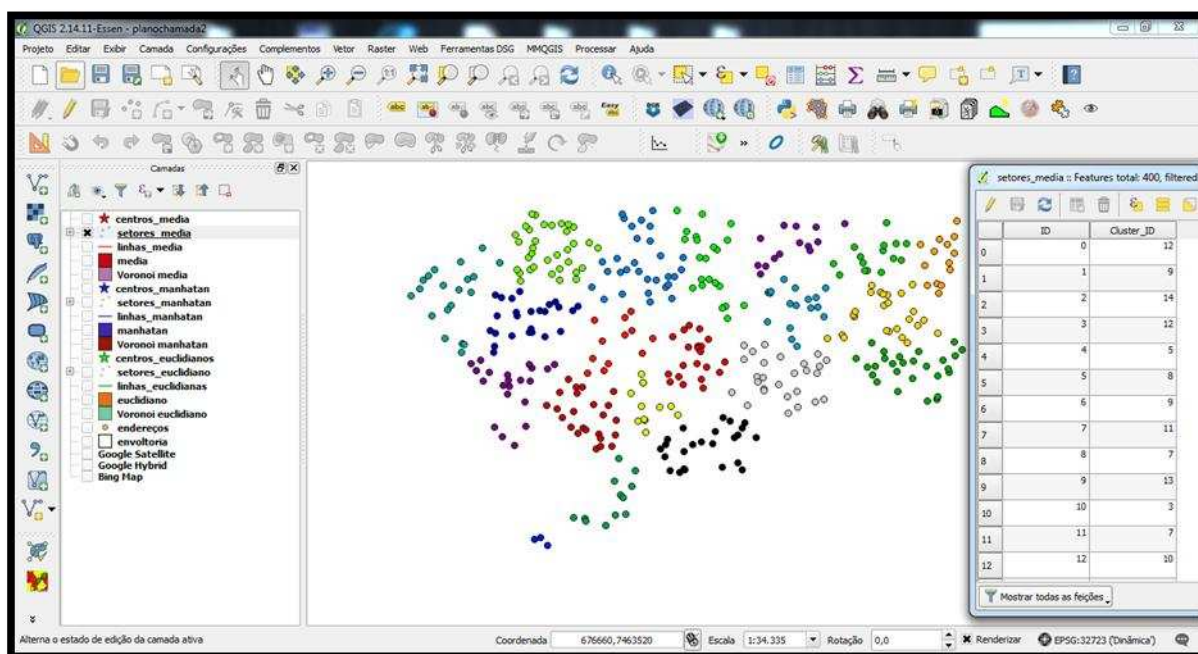



Fig 321 - Pontos após agrupamento.

Outra importante função deste complemento é a geração automática de uma camada de pontos centrais de cada agrupamento e de uma camada de linhas que liga cada ponto central aos pontos do seu agrupamento. Essas camadas são muito importantes para diversas análises, como, por exemplo, a partir da camada de linhas, pode-se determinar as distâncias mínima, máxima, média, e outras entre os pontos de um agrupamento e seu ponto central. Para realizar esse procedimento devemos ir em Complementos > Cluster Points > Cluster Centers, e informar a camada vetorial que será usada para criar a camada de centros e linhas, o campo desta camada que servirá para identificar cada agrupamento (*Cluster_ID*) e o nome e local das camadas de ponto e linha que serão gerados, conforme ilustrado na Fig 322.

Fig 322 - Criação dos Centros dos Agrupamentos.

Após isso teremos o resultado apresentado na Fig 323.

Fig 323 - Centros e linhas.

9.6 ÁREAS DE INFLUÊNCIA (POLIGONOS DE VORONOI)

Os Polígonos ou Diagramas de Voronoi são empregados quando se deseja conhecer a região (área) de influência de pontos pertencentes à uma camada vetorial. Esse processo divide o espaço geográfico em polígonos, cujos centros são os pontos contidos na camada de referência.

É importante ressaltar a diferença entre áreas de influência e de alcance. As áreas de influência são baseadas em um conjunto de pontos, onde cada um assume uma região de influência que não pode interceptar outra. Já áreas de alcance, são áreas a partir de pontos, linhas ou polígonos que são alcançadas por esses dados a partir de uma distância pré-definida, podendo haver sobreposição do alcance de dados diferentes.

Para criarmos “Polígonos de Voronoi”, necessitamos de um arquivo vetorial do tipo ponto. É interessante que haja um arquivo vetorial da região de interesse para facilitar a visualização do usuário e limitar a criação dos polígonos.

No caso esquemático, apresentado na Fig 324, temos a região administrativa do Méier, na cidade do Rio de Janeiro. Dentro deste polígono possuímos 4 pontos referentes à localização espacial das Delegacias de Polícia desta região. A área da

região administrativa do Méier será dividida entre estas 4 delegacias para fins de análises de qual delas será responsável por ocorrências (Fig 325) nessas áreas.

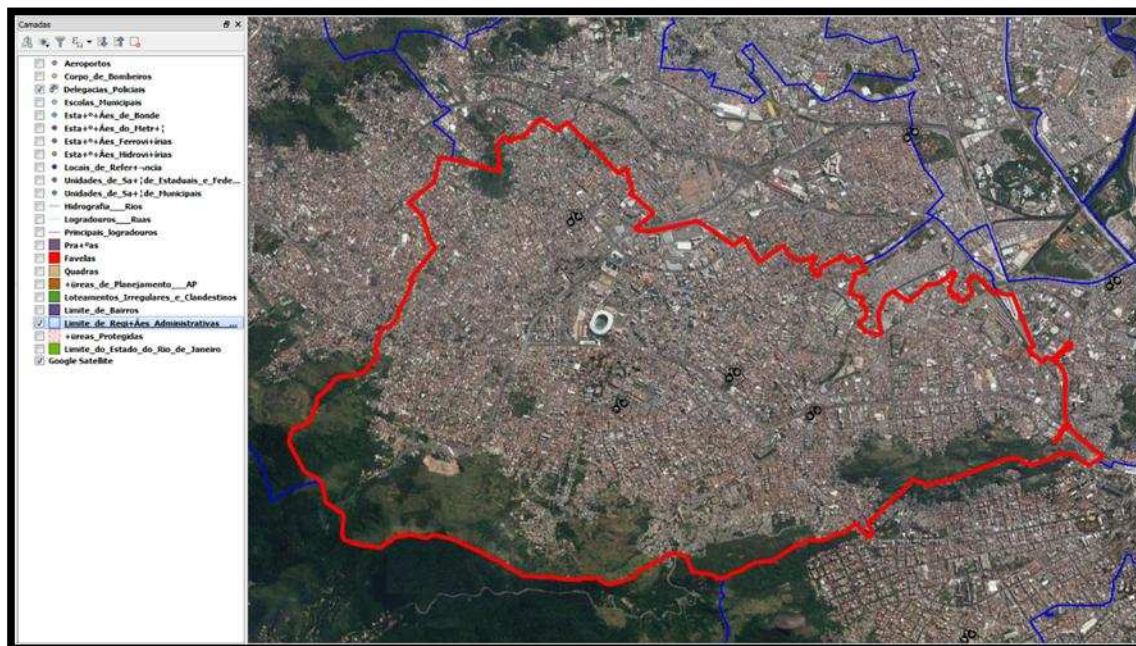



Fig 324 – Região Administrativa do Méier.

Fig 325 - Ocorrências Fictícias na Região Administrativa do Méier.

Agora serão gerados os polígonos a partir das posições das delegacias, com a finalidade de definir as áreas de responsabilidades de cada delegacia (áreas de influência, neste caso). Para isso, acesse o menu Processar > Caixa de Ferramentas. Na caixa que se abrirá ao lado direito digite “voronoi” e clique em “v.voronoi”, conforme demonstrado na Fig 326.

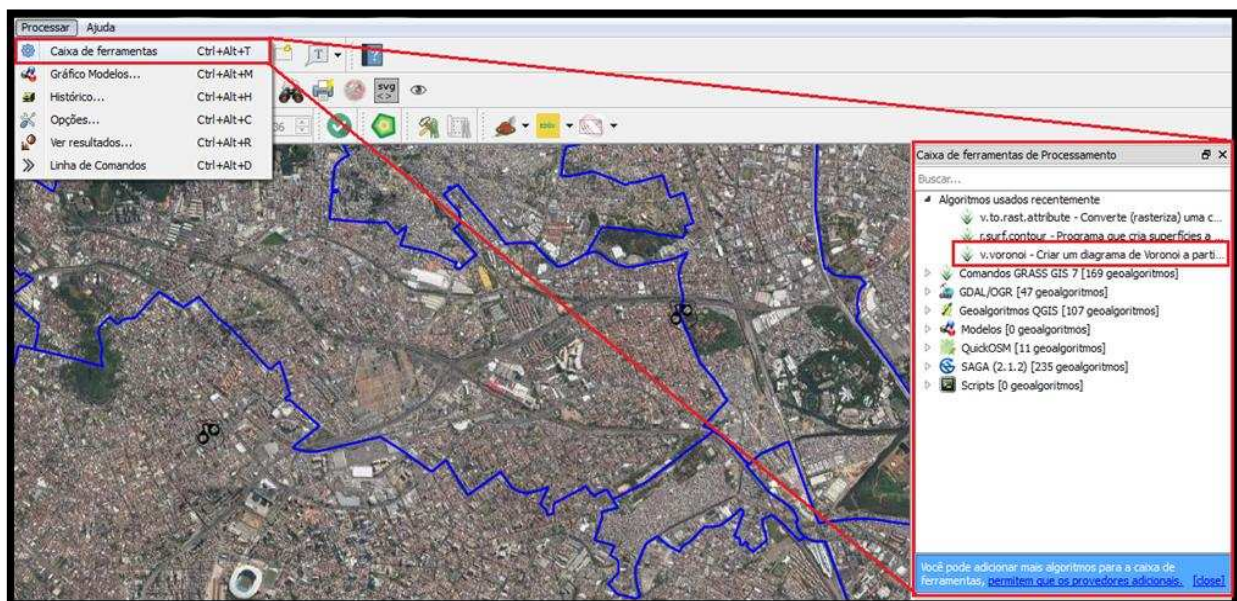



Fig 326 - Criando áreas de influência.

Será aberta uma caixa de diálogo solicitando que entre com a camada a partir da qual serão gerados os polígonos (*Input points layer)*, o parâmetro "Extensão da região GRASS GIS7", que se refere à área de abrangência dos polígonos de Voronoi, que podem ser definidas pela extensão atual da tela("Use extensão da tela"), uma camada de máscara ("Use camada da tela"), seleção da área na tela ("Selecione limites da tela") ou a área que envolve os pontos ("Usar a extensão mínima de cobertura das camadas de entrada") e o local para salvar a camada criada. Deve-se tomar o cuidado de não armazenar os arquivos em diretório cujo caminho possua caracter especial (espaço, acentos, hífens, "ç", etc), conforme ilustrado na Fig 327.

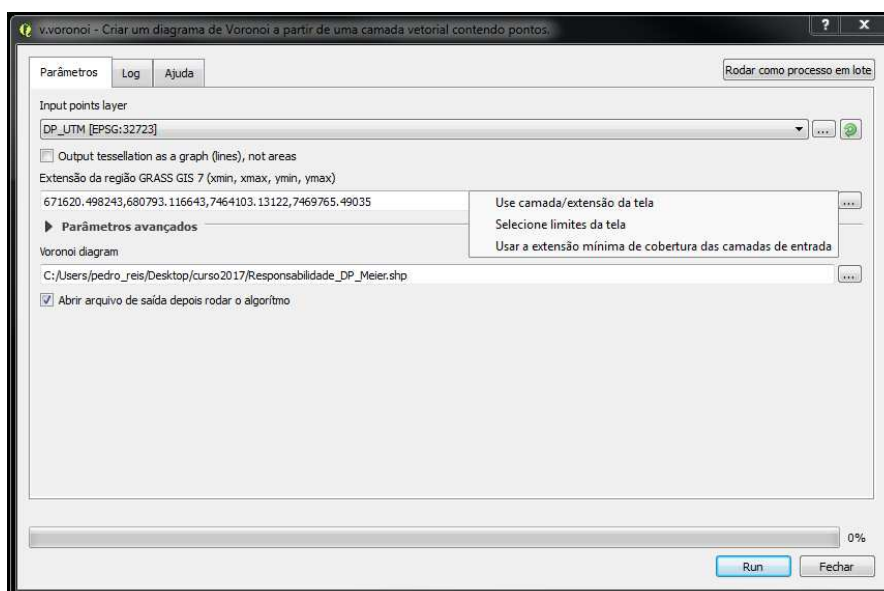



Fig 327 - Geração dos Polígonos de Voronoi

Após isso teremos o resultado que pode ser visto nas Fig 328 e Fig 329, onde as configurações como transparência, cor e preenchimento dos polígonos gerados pode ser alterado, conforme visto anteriormente.

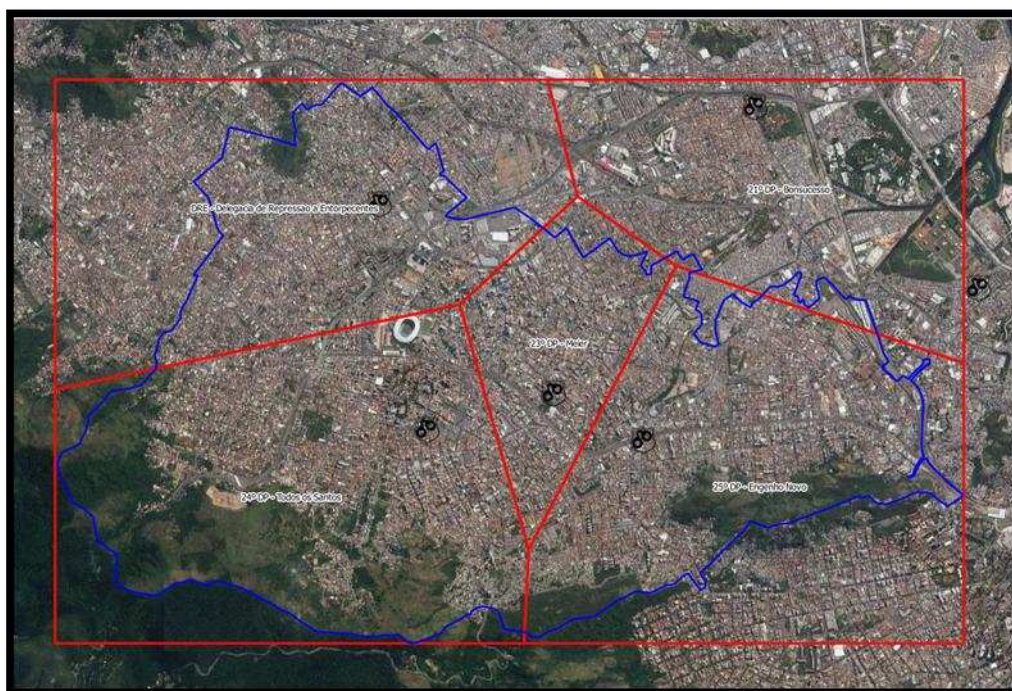



Fig 328 – Áreas de influência das DP do Méier.

Fig 329 - Ocorrências e Áreas de Influências.

Para se identificar qual evento é responsabilidade de cada delegacia emprega-se o plugin MMQGIS > Combine > Spatial Join, onde o ideal é inserir a camada que se deseja identificar a responsabilidade no campo “*Output Shape (Target) Layer”.*

Após isso será criado o arquivo vetorial com a consulta espacial, cuja tabela de atributos é apresentada na Fig 330. Observe que o arquivo é do tipo ponto, mantém todos os atributos do arquivo de ocorrências e recebe como atributos adicionais as informações da delegacia responsável pela respectiva ocorrência.

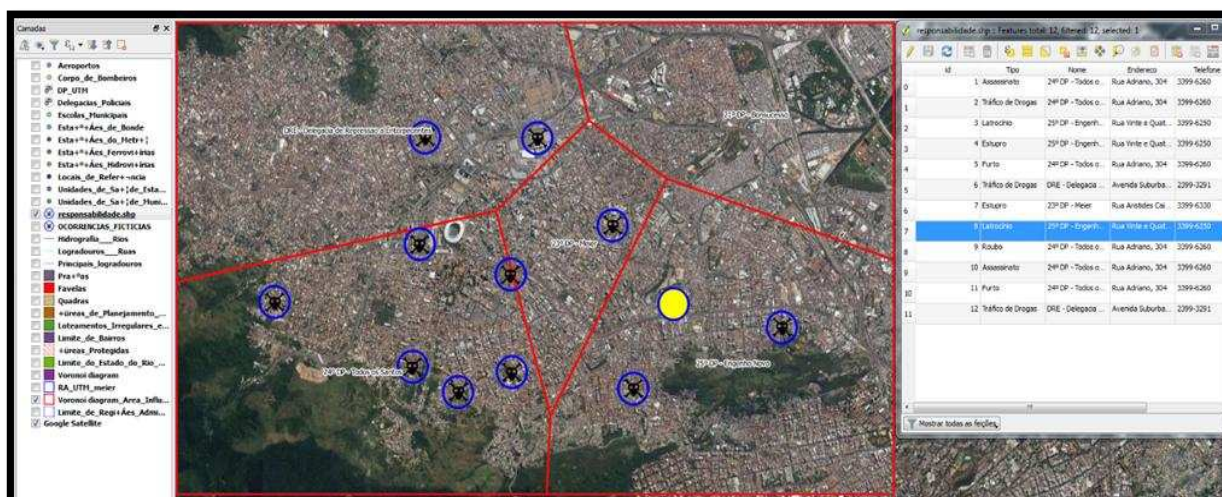



Fig 330 - Tabela de Atributo da Camada Resultado.

Este tipo de análise possui diversas aplicações tanto no meio civil como no meio militar, como identificar a Delegacia de Polícia responsável por apurar determinado crime, a equipe do SAMU que deve atender um acidente em determinada área, plano de chamada de OM, Segurança de Grandes Eventos como Copa do Mundo e Olimpíadas, entre outros.

9.7 MAPAS DE CALOR

Os mapas de calor são apropriados para indicar concentrações de eventos. Eles agrupam os eventos e os exibem de forma categorizada. Para exemplificar seu emprego, simularemos pontos aleatórios, numa região da cidade de Porto Alegre (Fig 331), que representarão furtos e/ou assaltos envolvendo militares. A partir desses pontos, geraremos um mapa de calor que indique os locais onde há maior concentração desse tipo de crime.

Fig 331 - Crimes fictícios na cidade de POA.

Para gerarmos o mapa de calor, devemos ir na aba Raster > Mapa de Calor > Mapa de Calor, conforme demonstrado na Fig 332.

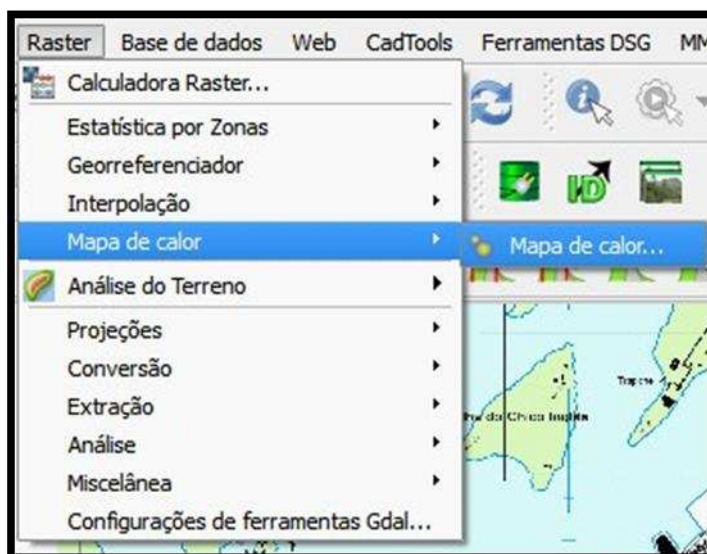



Fig 332 - Criação de Mapa de Calor no QGIS.

Após isso devemos selecionar a camada vetorial com os eventos que se deseja classificar e indicar um nome e caminho para o arquivo matricial que será gerado, conforme demonstrado na Fig 333. Sugere-se usar o formato "GeoTIFF" como formato do arquivo matricial e a escolha do raio depende do uso. No nosso caso, mantivemos o raio de 200 m.

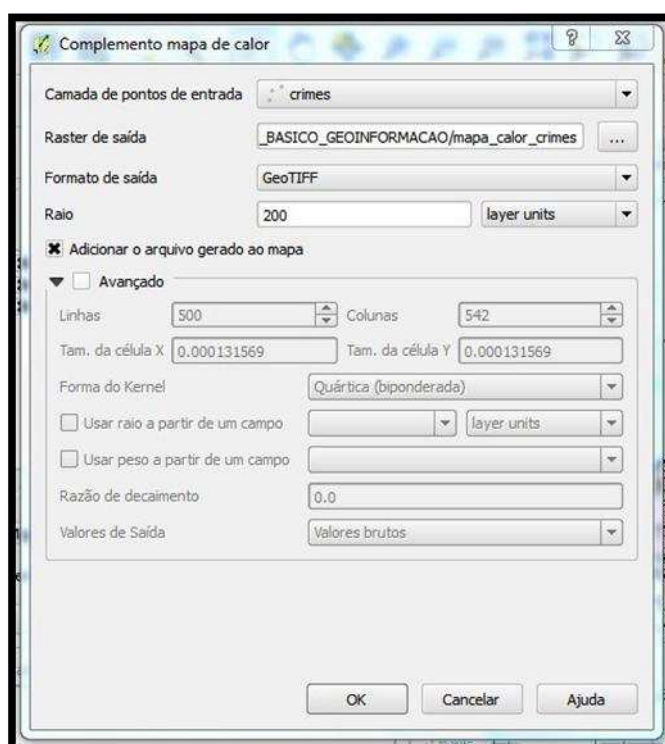



Fig 333 - Configurando o mapa de calor.

O resultado é apresentado na figura a seguir:

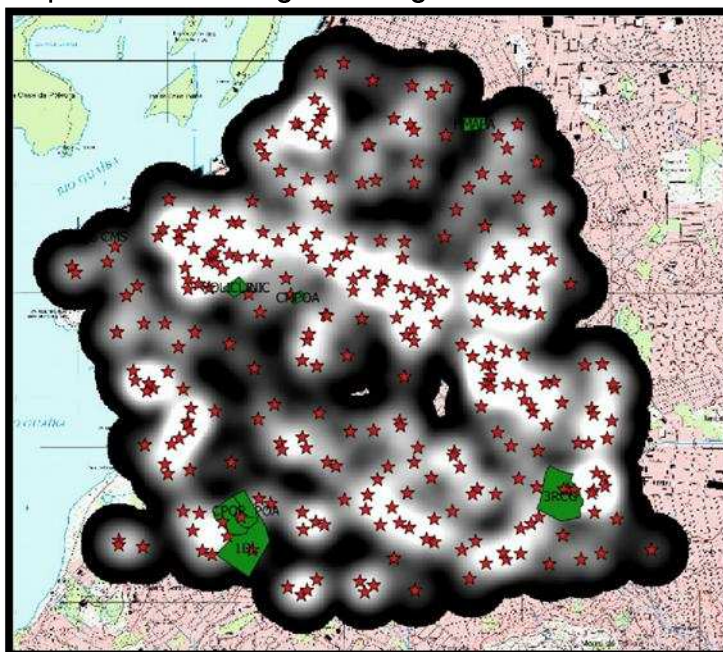



Fig 334 - Mapa de Calor Bruto.

Esse resultado em escala de cinzas, contudo, não é o melhor para visualização do índice de ocorrências de crimes. Devemos mudar o estilo da camada ao clicar com o botão direito sobre a mesma e ir em Propriedades > Estilo > Tipo de renderização. Devemos trocar de Banda simples cinza para Banda simples falsa cor, e em “gerar novo mapa de cores” e escolher o esquema desejado e depois clicar em “classificar”(Fig 335).

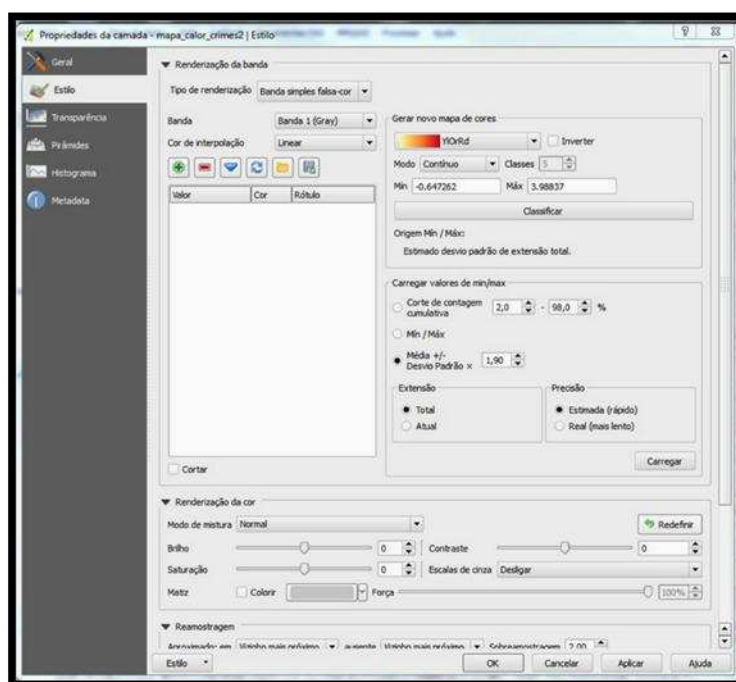



Fig 335 - Propriedades do mapa de calor.

Obteremos o seguinte resultado (Fig 336 e Fig 337):

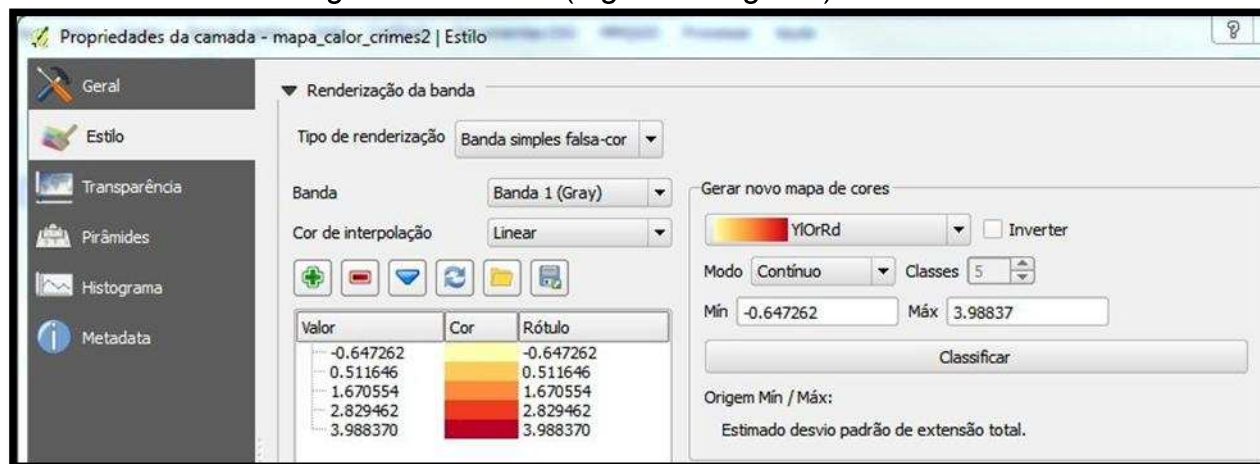



Fig 336 - Formatação do mapa de calor de crimes.

O mapa de calor, apresentará, após as referidas configurações, o seguinte aspecto, onde quanto mais vermelho, maior a incidência de crimes:

Fig 337 - Mapa de calor de crimes formatado

CAPÍTULO X
PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE MDE

10.1 PERFIL DO TERRENO

O perfil do terreno é importante para planejamento do deslocamento de tropas, demarcação do percurso do TAF, entre outras missões. Para calcular o perfil do terreno, faz-se necessária a instalação do *plugin* “Profile Tool”. Para uso do complemento é necessário um Modelo Digital de Elevação, que pode ser um MDT, um MDS ou SRTM. Para usar o complemento deve-se ir no menu Complementos > Profile Tool > Terrain Profile (Fig 338).

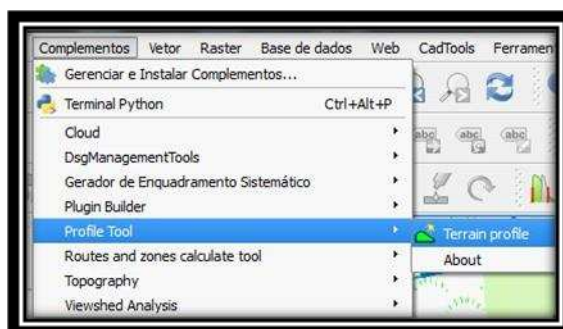



Fig 338 - Complemento *Profile Tool*.

Posteriormente, deve-se selecionar a camada do MDE na lista de camadas. A partir de então, basta traçar o percurso desejado na carta e o perfil do terreno será apresentado numa janela. É possível configurar a altitude mínima e máxima de exibição, bem como exportar o gráfico gerado. Para fins de exemplo, foi descarregado o SRTM da cidade de Porto Alegre do sítio eletrônico do Earth Explorer e foi traçado um caminho saindo do Estádio do Beira Rio e chegando ao 1° CGEO.

Fig 339 - Perfil do Terreno na região do 1° CGEO.

10.2 DECLIVIDADE DO TERRENO

O mapa de declividade pode ser usado para determinar as vias de acesso de viaturas militares às diversas áreas do terreno. Para isso serão empregados dois arquivos que se encontrarão no Anexo A.

Para se iniciar o cálculo da declividade do terreno, deve-se verificar se todos os dados estão na mesma unidade de medida, no caso a métrica. Caso algum arquivo não esteja em UTM, o mesmo deve ser reprojetado, conforme já foi visto.

Cálculo da declividade propriamente dita:

1° Passo: Calcular a declividade do terreno em graus ou porcentagem: Para os fins militares a declividade deve ser calculada em porcentagem, seguindo-se o seguinte procedimento: Acesse o menu: Raster > Análise > MDE (Modelo Digital de Elevação), conforme apresentado na Fig 340.

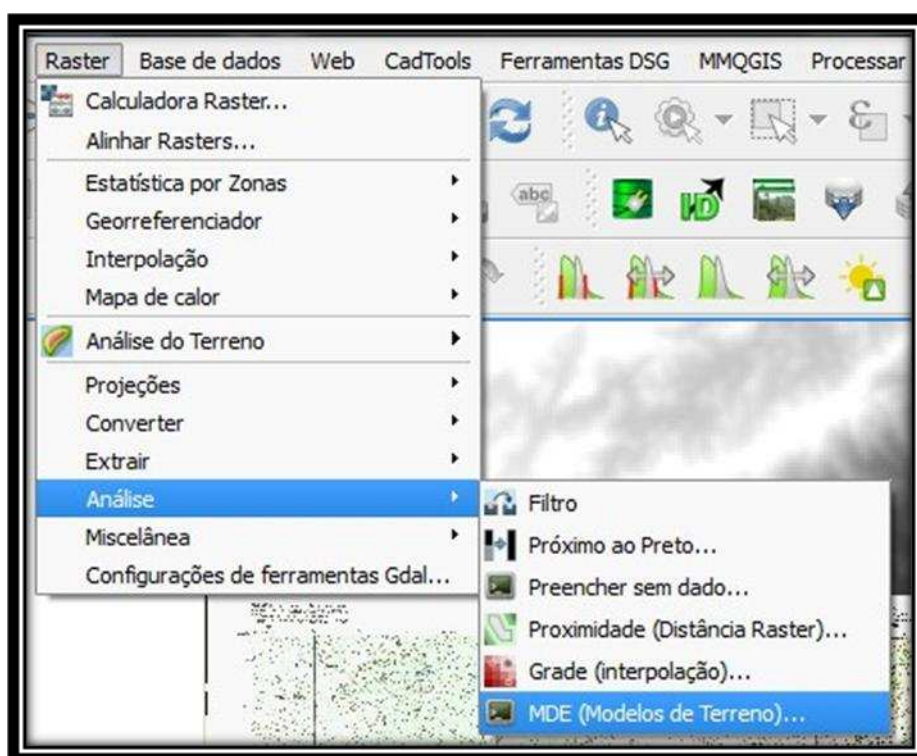



Fig 340 - Geração de MDE.

Selecione os campos do seguinte modo:

-Arquivo de entrada (MDE *raster*): certifique-se de que esteja selecionado o arquivo reprojetado;

-Arquivo de saída: selecione o caminho (pasta) onde deseja salvar o arquivo com os dados de declividade;

-Modo: Selecione Declividade;

-Declividade expressa em porcentagem (em vez de graus): É nesse momento que você tem a opção de escolher entre o cálculo de declividade em graus ou em porcentagem. Se deseja a declividade em graus deixe a caixa desmarcada, caso deseje em porcentagem marque a caixa;

-Certifique-se que esteja marcada a caixa para carregar na tela ao concluir os cálculos e aguarde o processamento. (Fig 341)

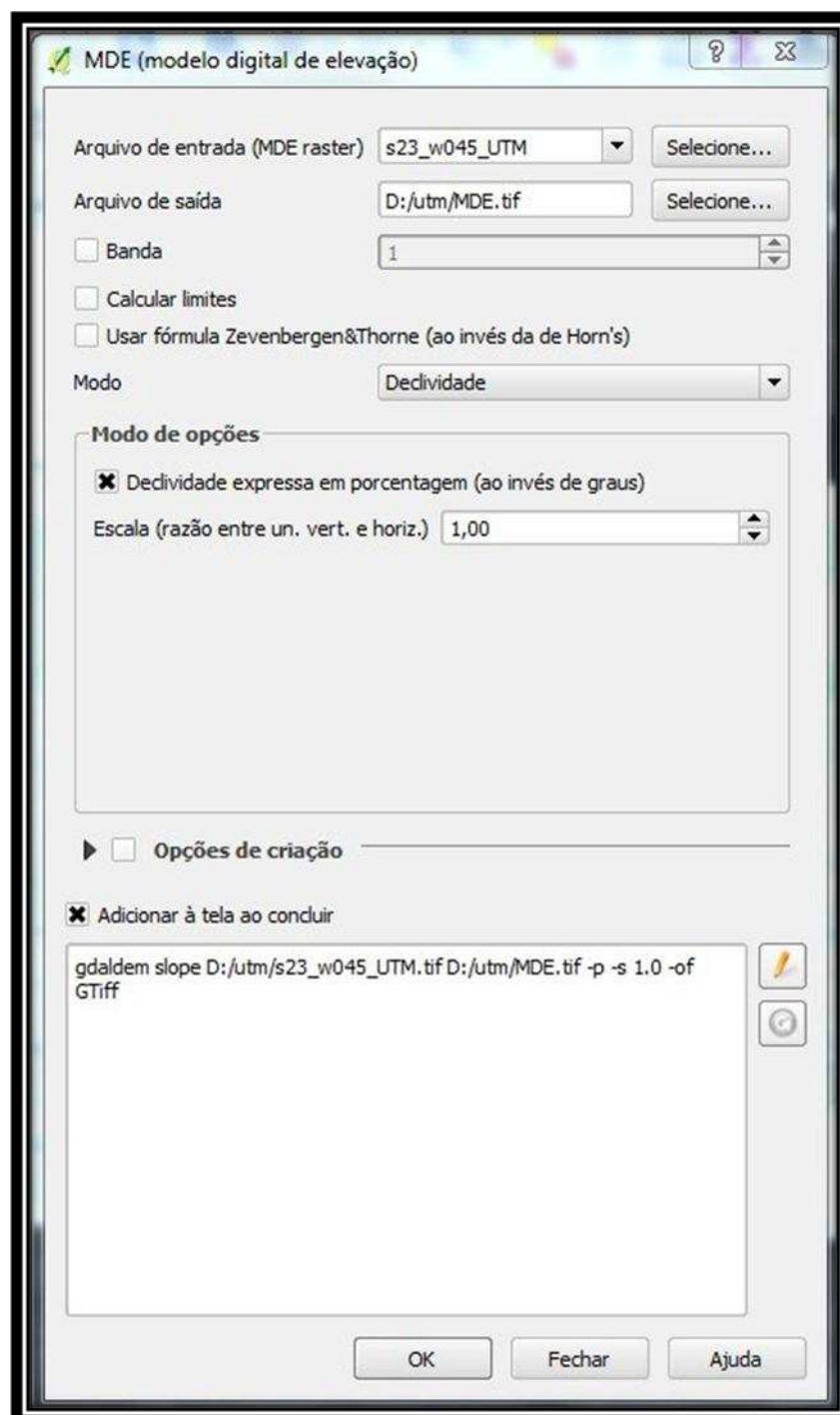



Fig 341 - Configurações do MDE no QGIS.

O resultado desse procedimento é a imagem apresentada na Fig 342, que já é um mapa de declividade com estilo em escala de cinza.

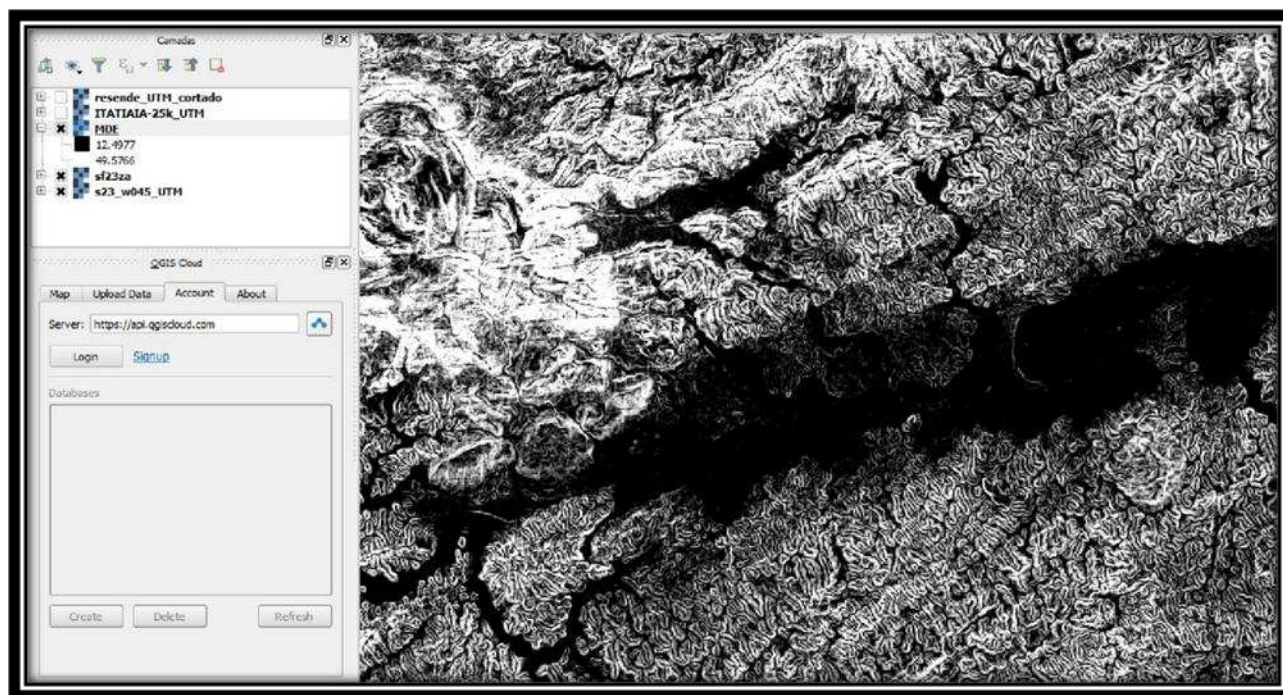



Fig 342 - MDE gerado.

2° Passo: Criar a regra para reclassificação do MDE: Para os fins propostos, a classificação a ser empregada deve levar em conta as rampas máximas das viaturas blindadas do EB, conforme Tab 17.

<table>
<tr><th colspan="2">Viaturas Blindadas</th><th>Rampa Lateral Máxima</th><th>Rampa Máxima</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Sobre Rodas</td><td>VBTP Urutu (6x6)</td><td rowspan="7">30%</td><td rowspan="7">60%</td></tr>
<tr><td>VBTP Gaúcho (6x6) - Argentina</td></tr>
<tr><td>VBR - MR Guarani</td></tr>
<tr><td>VBR - MR Piranha (8x8) - FN</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Sobre Lagarta</td><td>VBC - M60 A3 TTS</td></tr>
<tr><td>VBC - Leopard 1A1</td></tr>
<tr><td>VBTP - M113</td></tr>
</table>

Tab 17 - Rampas máximas das Viaturas Blindadas.

A partir dos dados apresentados, sugere-se empregar a seguinte classificação:

<table>
<tr><th colspan="2">Declividade</th><th rowspan="2">Situação das Viaturas Blindadas</th></tr>
<tr><th>Mínima</th><th>Máxima</th></tr>
<tr><td>0%</td><td>30%</td><td>Acesso total</td></tr>
<tr><td>30%</td><td>60%</td><td>Impedimento de acesso lateral</td></tr>
<tr><td>60%</td><td>100%</td><td>Impedimento total de acesso</td></tr>
</table>

Tab 18 - Classificação da Declividade.

Essa é a regra de classificação a ser empregada para reclassificação dos dados por intermédio do *plugin* “processar”, no algoritmo “*r.reclass*”, conforme apresentado a seguir.

Para isso, faz-se necessário converter os dados apresentados na
no formato a ser empregado no QGIS, de tal forma que deverá ficar da seguinte forma:

0.0000 thru 30.0000 = 1 – Acesso Total às Viaturas Blindadas (0-30%)
30.0001 thru 60.0000 = 2 – Impedimento de Acesso lateral às VB (30-60%)
60.0001 thru 100.0000 = 3 – Impedimento Total de acesso às VB (60-100%)

Esse arquivo deve ser criado no bloco de notas e salvo no formato “txt”. Após isso ele deve ser usado, conforme descrito abaixo.

Na aba “processar”, clicar em “caixa de ferramentas” e após isso, procurar o ícone “*grass*” e o processo “r.*reclass*”, conforme ilustrado na Fig 343.

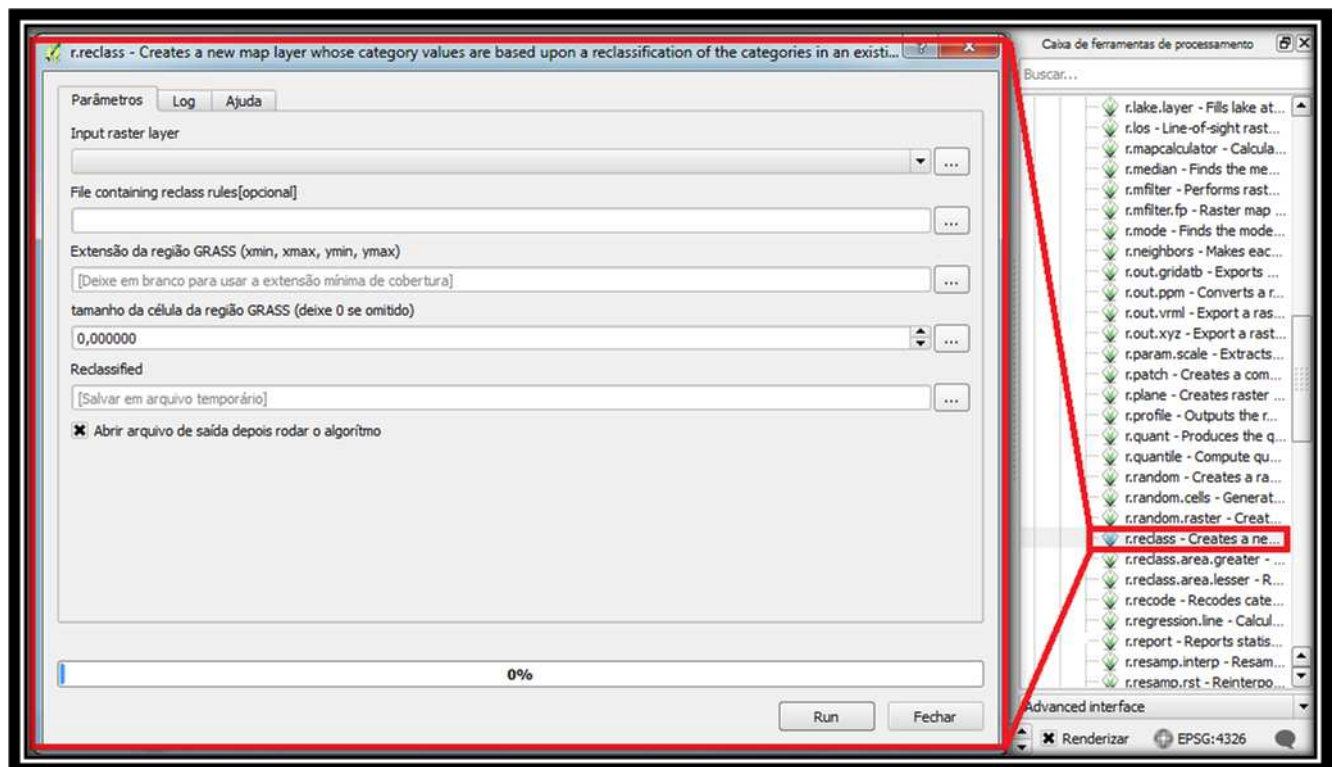



Fig 343 - *Plugin* de reclassificação de dados matriciais.

A seguir está uma breve descrição dos campos do *plugin* e demonstrado na Fig 344:

-“*input raster layer*”: deve indicar o *raster* com a declividade calculada em percentuais;

-“*File containing reclass rules*”: deve indicar o arquivo do bloco de notas com as regras para o fatiamento das classes de declividade;

- Extensão da região GRASS: deve ser deixada em branco;

- Tamanho da célula da região GRASS: deve ser mantido o valor “0”; e

- “*reclassifiqued*”: deve indicar o nome do *raster* que será criado e a pasta onde será salvo.

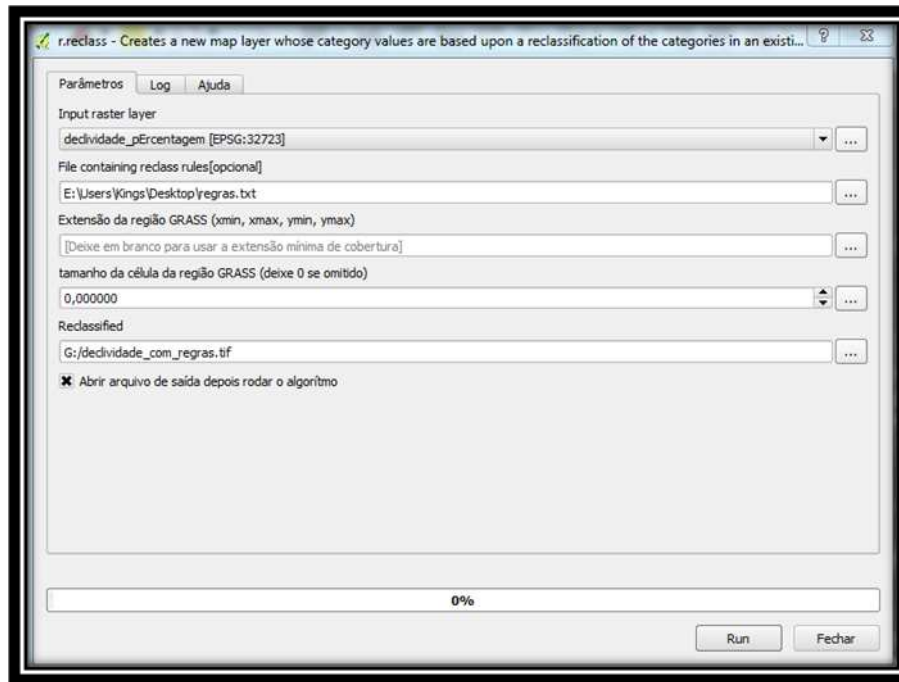



Fig 344 - Exemplo de reclassificação.

Após isso, clique em “OK”, para que seja criado e adicionado o *raster* com os *pixels* reclassificados com valores que variam de 1 a 3, conforme apresentado nos destaques 1 e 2 e graficamente no destaque 3, ambos da Fig 345.

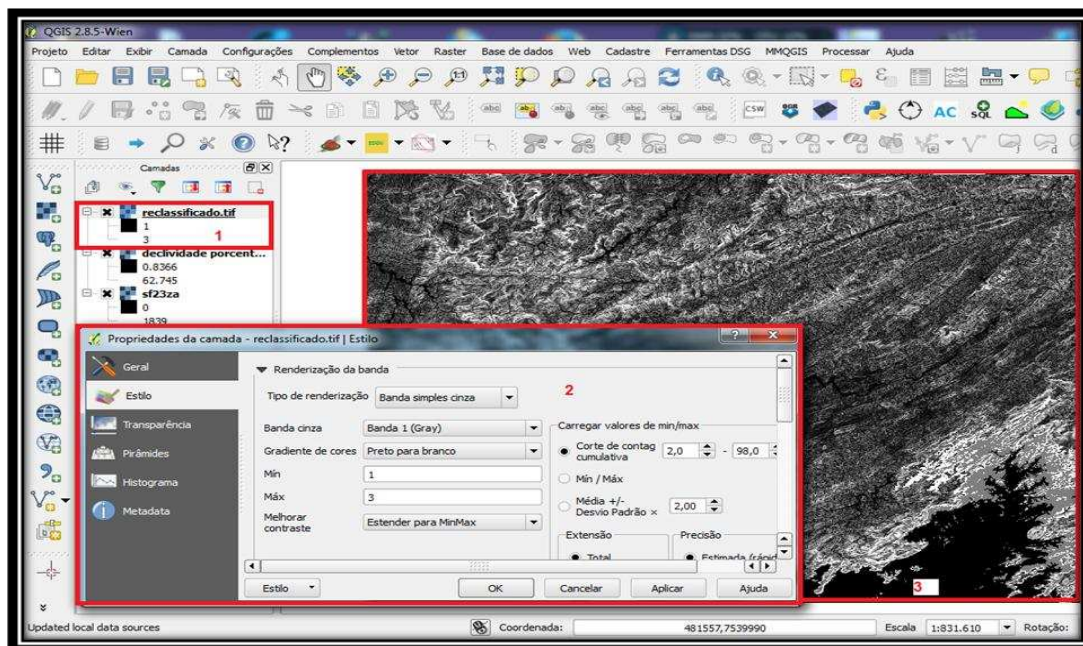



Fig 345 - Resultado da Reclassificação.

Após isso, deve-se empregar uma regra de estilos, na aba “estilos” em “carregar estilo”, conforme demonstrado na Fig 346, a qual apresenta ainda, uma classificação com cores, a qual pode ser alterada pelo usuário.

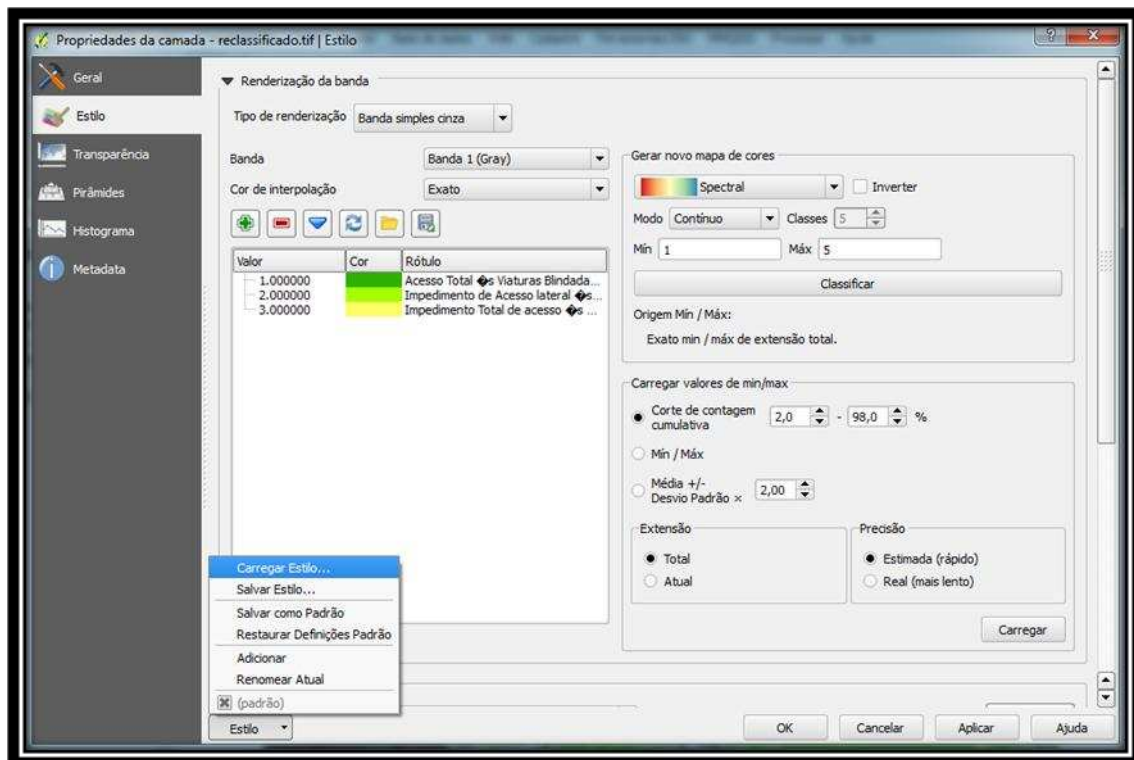



Fig 346 - Carregando Estilos.

Após isso e definindo as novas cores teremos um mapa de declividade conforme o apresentado na Fig 347.

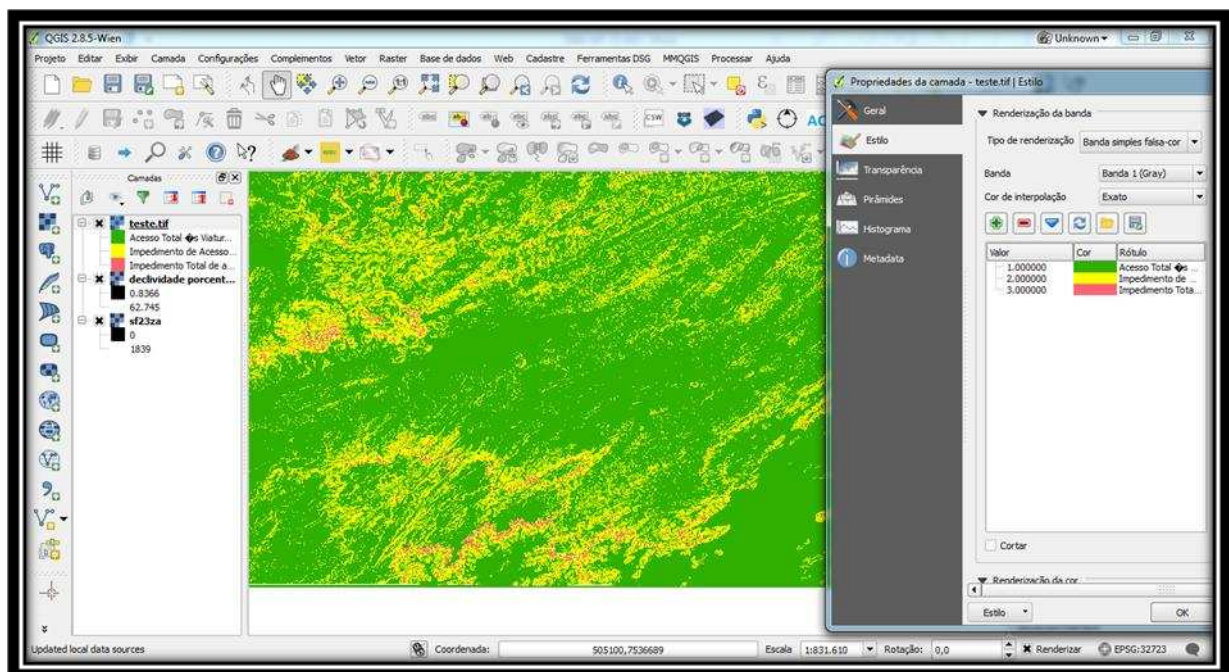



Fig 347 - Mapa de declividade do terreno.

10.3 MAPA 3D INTERATIVO

O mapa 3D que pode ser gerado pelo QGIS possui as grandes vantagens de ser um arquivo leve, no formato ".html", que pode ser visualizado nos navegadores de internet. Para geração destes mapas são necessários os seguintes arquivos: Modelo Digital de Elevação da região e arquivo matricial que será usado como textura. Recomenda-se o uso de imagens de satélite de alta resolução, mas admite-se, por exemplo, carta topográfica. Caso haja um arquivo vetorial, no qual sejam conhecidas as coordenadas das altitudes das feições cartográficas nele representadas (exemplo: altura de edificações), o mesmo pode ser empregado.

Primeiramente devem ser inseridos os arquivos desejados para confecção do modelo 3D, conforme pode ser visto na Fig 348.

Fig 348 - Arquivos Matriciais para Mapa 3d.

A área que irá aparecer no mapa 3D é a imagem apresentada na área de desenho do QGIS. Dessa forma, o usuário irá controlar o *zoom* de acordo com a área desejada. Na Fig 349 pôde-se definir uma região do campo de instrução da AMAN, na cidade de Resende-RJ.

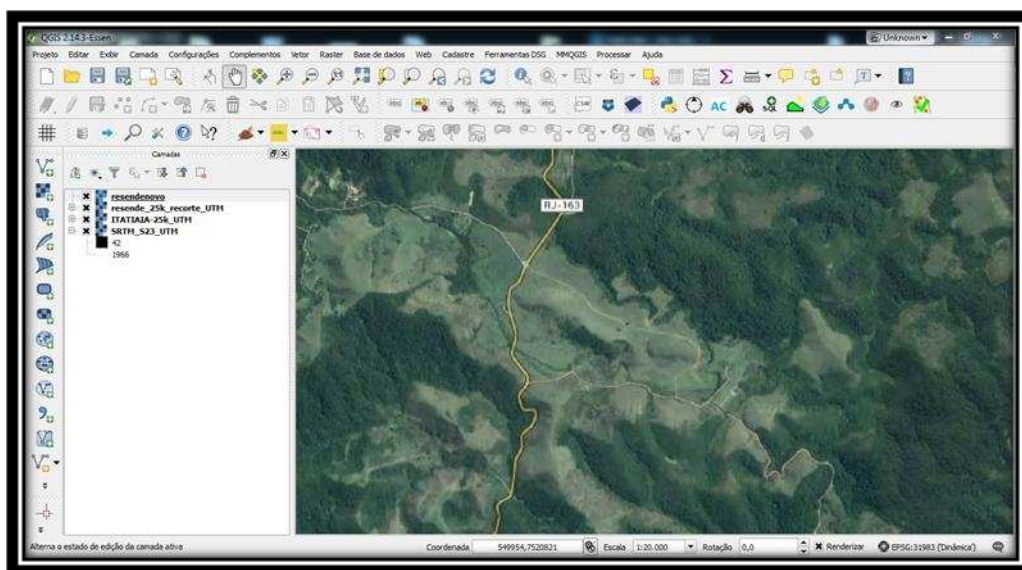



Fig 349 - Vista do Mapa em 2D.

Após definir a área do mapa 3D o usuário deve ir na barra de ferramentas > Web > Qgis2threejs > Qgis2threejs, conforme apresentado na Fig 350.

Fig 350 - Acessando o *plugin Qgis2threejs.*

O *plugin* abrirá a janela apresentada na Fig 351, onde apresentará a opção de escolha do "*template file*", que é o tipo de camada que vai aparecer no mapa 3D, o local de salvamento do arquivo ".html" em "*OutputHTML file path*" e as seguintes abas:

a)*World*: Contém as informações do terreno que será exibido no mapa 3D. Importante observar que o exagero vertical (*vertical exaggeration*) deve estar entre 1.5 e 2.0 para um bom resultado;

b)Controls: Apresenta os controles de manuseio do mapa 3D;

c)DEM: Apresenta os dados do MDE empregado, devendo-se escolhe-lo no campo "*DEM Layer*" (Fig 352);

d)Aditional DEM: Não é necessária nenhuma modificação;

e)Point: Caso haja arquivo vetorial do tipo ponto, as opções da camada aparecerão aqui;

f)Line: Caso haja arquivo vetorial do tipo linha, as opções da camada aparecerão aqui;

g)Polygon: Caso haja arquivo vetorial do tipo polígono, as opções da camada aparecerão aqui;

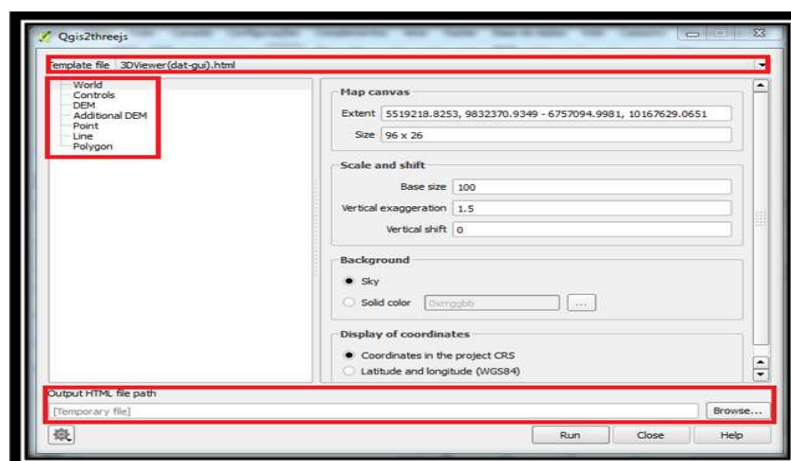



Fig 351 - Janela do *plugin Qgis2threejs.*

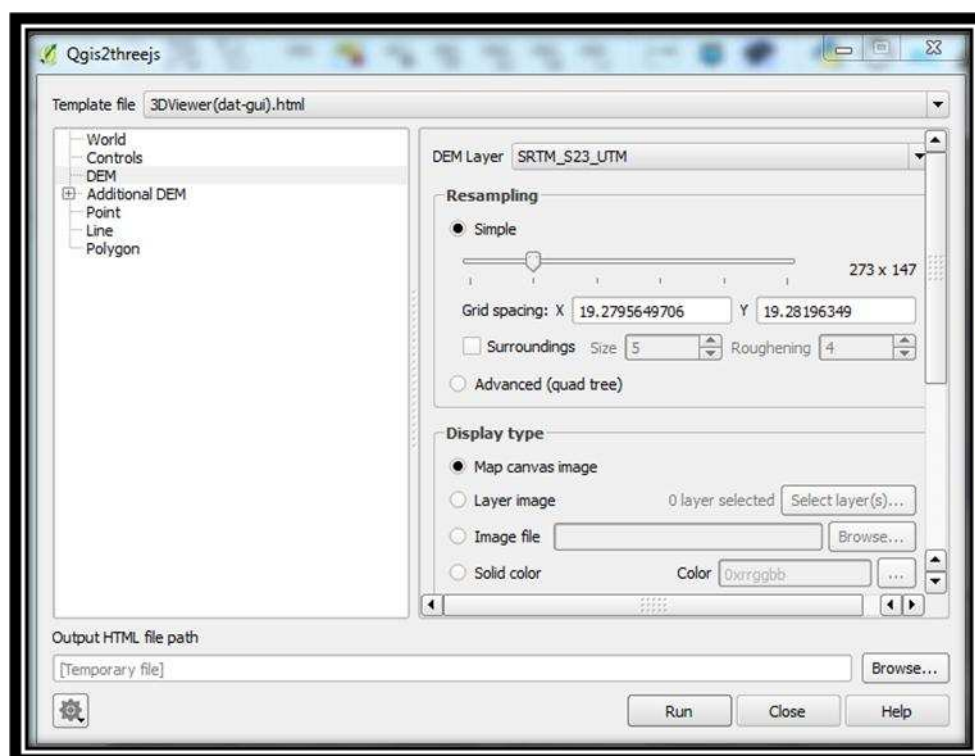



Fig 352 - Configuração do MDE.

Por fim, deve-se clicar em “*Run*” e ir na pasta em que o arquivo foi salvo para visualizá-lo, conforme apresentado na Fig 353.

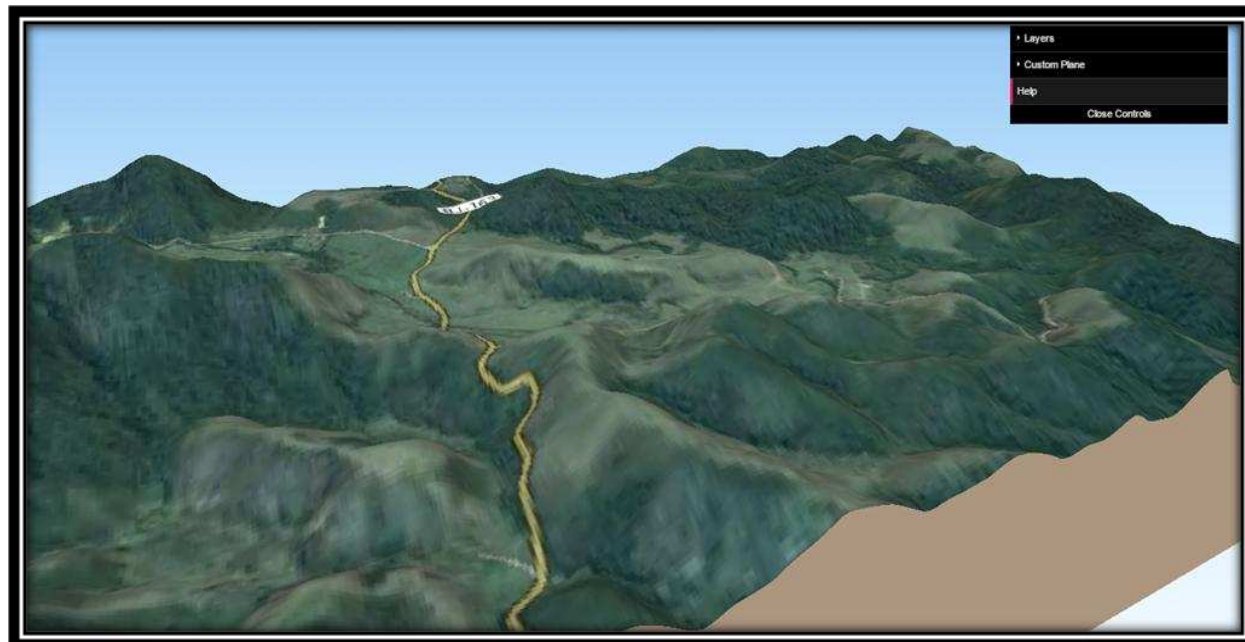



Fig 353 - Mapa 3D gerado no QGIS.

10.4 ANÁLISE DE VISIBILIDADE

O QGIS gera um arquivo matricial indicando as áreas visíveis ou não a partir de pontos no terreno, empregando para isso um MDE e um *plugin* chamado “*Viewshed Analisys*”. Este processo é importante para determinação dos ângulos mortos das

posições defensivas e consequentes posições de alvos de morteiros, alcance de equipamentos rádio, avaliação de posições de espera de caçadores, entre outros.

Como mencionado, deve-se ter um MDE da área desejada, uma camada com os pontos de observação. Podem ser definidos a altura dos pontos de observação (altura do militar ou da antena), altura do alvo a ser observado e se desejar que a visada do alvo também seja avaliada. Caso haja mais de um ponto de observação, o melhor método é o de observação acumulada, o que mostra o resultado de todos os observadores juntos.

Para maior precisão desta análise, recomenda-se empregar um MDE com resolução espacial de até 10m, o que pode ser obtido da criação de MDT a partir de Curvas de Níveis, conforme visto no ítem 0.

Para análise de visibilidade, deve-se importar o MDE a ser utilizado, bem como o arquivo vetorial tipo ponto, conforme ilustrado na Fig 354.

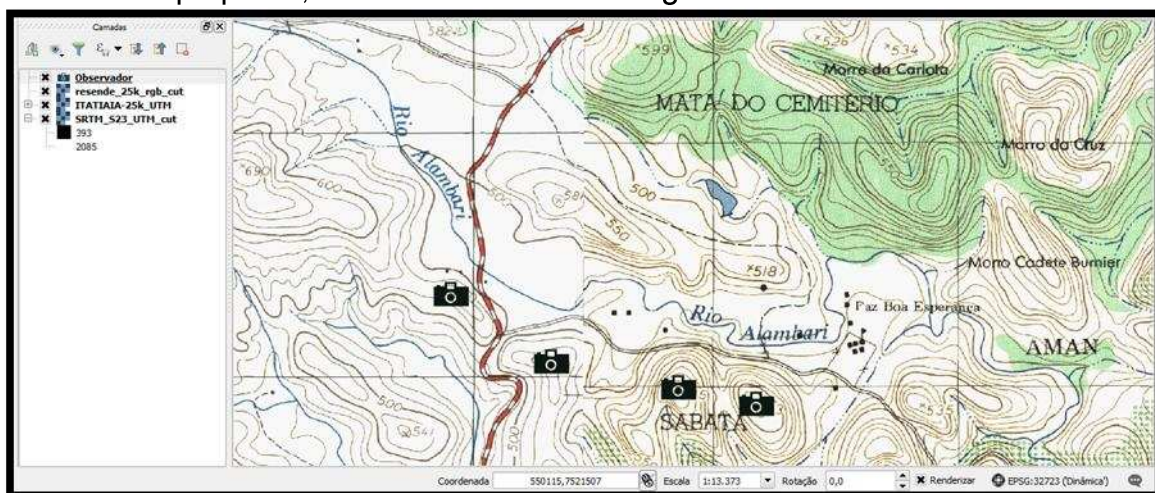



Fig 354 - Preparação para análise de visibilidade

Após isso, acesse o *plugin “Viewshed Analisys*” no menu “Complementos” e defina seus elementos (Fig 355):

- *Output file*: escolha o caminho de destino do arquivo. Importante: Caminho sem caracteres especiais e o mais curto possível.
- *Elevation raster*: O MDE usado para análise;
- *Observation points*: Camada vetorial de pontos usada como observadores;
- *Target points (intervisibility*): Camada vetorial de pontos usada para intervisibilidade;
- *Search radius*: Alcance da visibilidade;
- *Observer height*: Altura do observador (pode ser um campo da tabela de atributo);
- *Target height*: Altura do alvo (pode ser um campo da tabela de atributo);
- *Binary viewshed*: Visibilidade binária (visível ou não visível);
- *Cumulative (for raster output*): Acumula a visibilidade de vários observadores em um só arquivo.

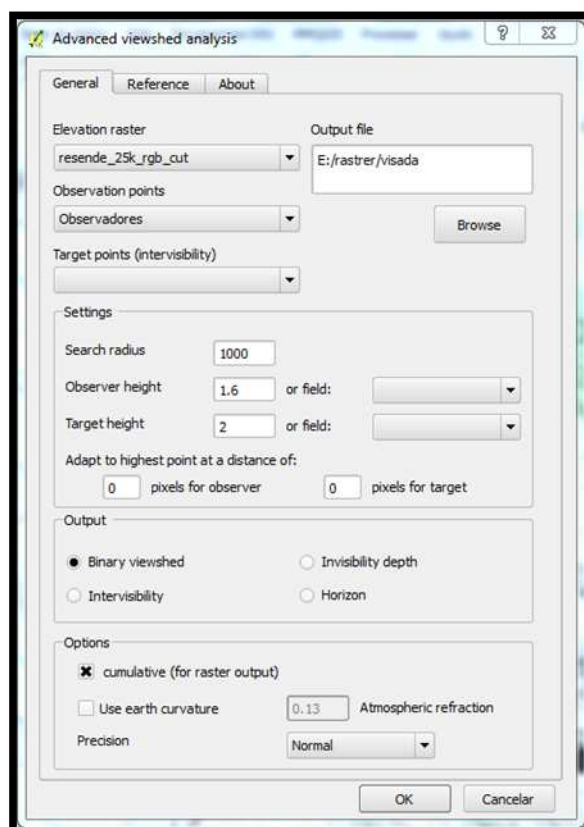



Fig 355 - Configuração do plugin "Viewshed Analisys".

Aplicando essas configurações, o *plugin* gera o mapa apresentado na Fig 356. Este mapa é apresentado em escala de cinza e totalmente opaco. Contudo, estas configurações poderão ser ajustadas para melhor visualização.

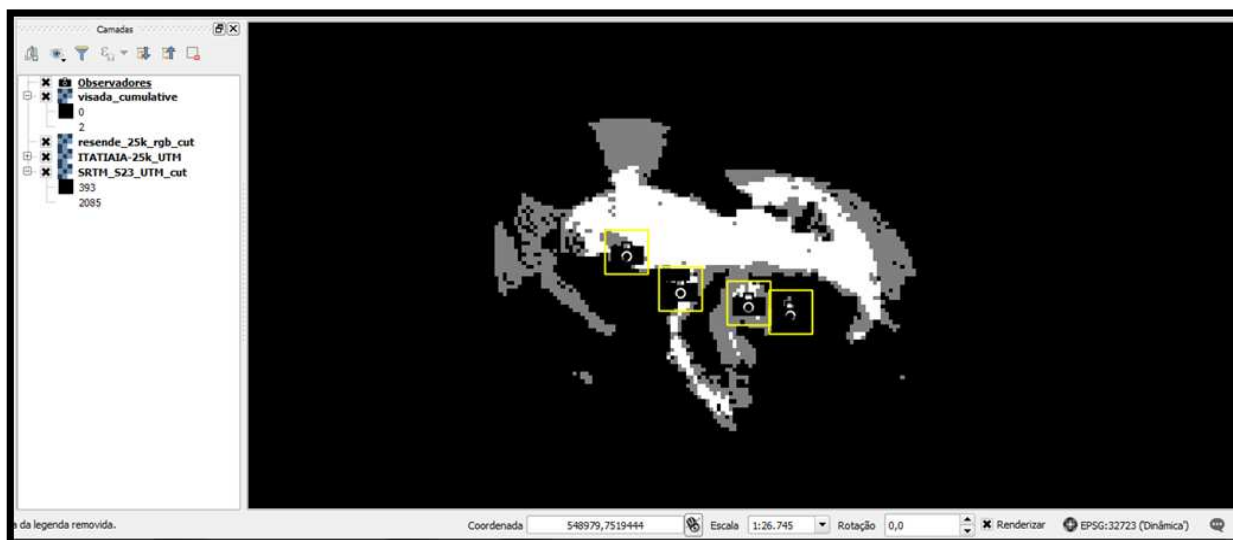



Fig 356 - Resultado bruto da análise de visibilidade.

Para melhor visualização, sugere-se realizar o seguinte procedimento: vá em Propriedades da camada > Estilo e confirme que o "Tipo de renderização" é "Banda simples Cinza", a "Banda cinza" é a "Banda 1(*Gray*)", o "Gradiente de cores" encontra-

se variando do “Preto para o branco”, do “Mín = -3” até o “Máx = 0” e para “Melhorar o Contraste” está “Cortar para MinMáx”, conforme demonstrado na Fig 357.

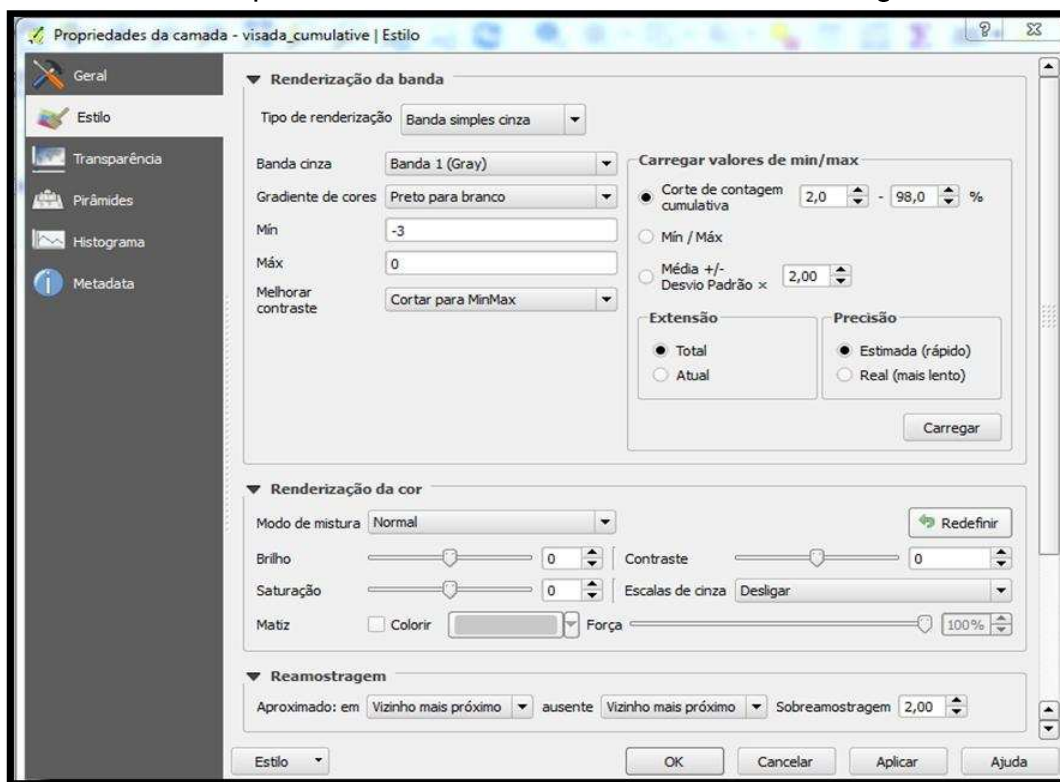



Fig 357 – Usando estilo na edição de figura.

Após aplicarmos essas mudanças, teremos na tela a seguinte aparência:

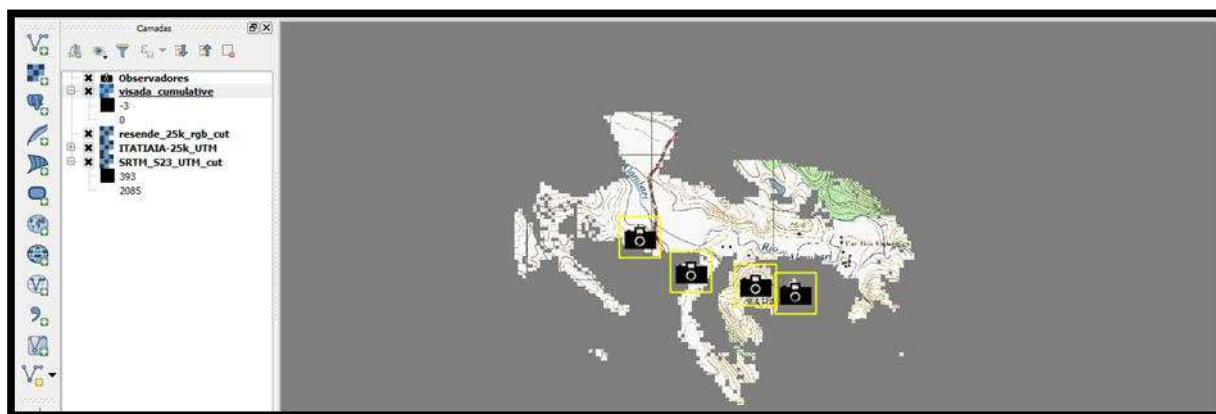
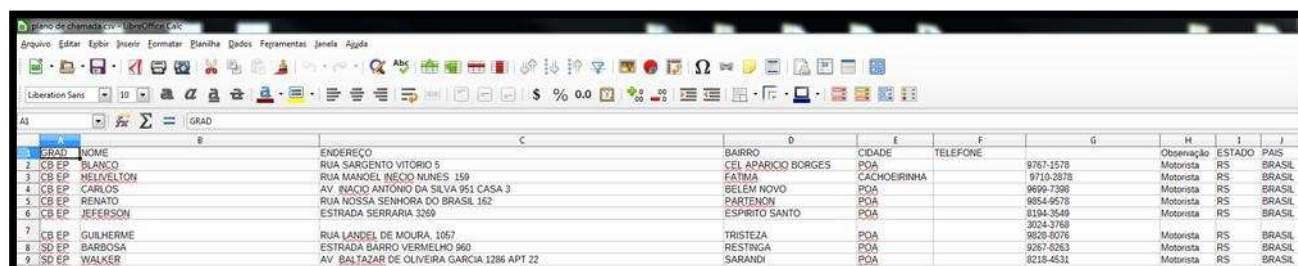



Fig 358 - Resultado Final.

Esta aparência pode ainda ser modificada de acordo com a finalidade e o desejo do usuário, ficando como exercício de fixação a classificação por cores.

CAPÍTULO XI
POSSIBILIDADES DE EMPREGO MILITAR DA GEOINFORMAÇÃO

Este capítulo tem por finalidade apresentar algumas situações em que os conhecimentos propostos neste Caderno de Instrução podem ser empregados nas OM de Corpo de Tropa. Contudo, não se esgotam aqui as possibilidade de emprego, devendo os usuários, sempre que possível, apresentar sugestões de melhoria e outras possibilidades que venham a vislumbrar no dia-a-dia de suas OM.

11.1 PERCURSO DE TAF/MARCHAS

A criação de percurso de Testes de Aptidão Física e/ou marchas, nada mais é que a criação de um arquivo vetorial tipo linha, onde seja possível identificar pontos de controle, como os "autos horários"ou os pontos de marcação de chegada do TAF. Para isso devem ser seguidos os passos abaixo:

- **1° Passo**: Adicionar um arquivo matricial de referência (Carta Topográfica ou Imagem de Satélite) da região de interesse (Item 0);

- **2° Passo**: Adicionar um MDE para verificação do perfil topográfico do percurso (Item 0);

- **3° Passo**: Definir um local de partida facilmente identificável na Carta ou Imagem de Satélite;

- **4° Passo**: Criar um arquivo vetorial tipo linha com, no mínimo, os seguintes campos (Item 0):

a) Id – Int

b) Km – Real

c) *Hiperlink - String*

d) Obs – *String*

- **5° Passo**: Com a ferramenta de medição, identificar os locais onde estarão os pontos de controle (Item 0);

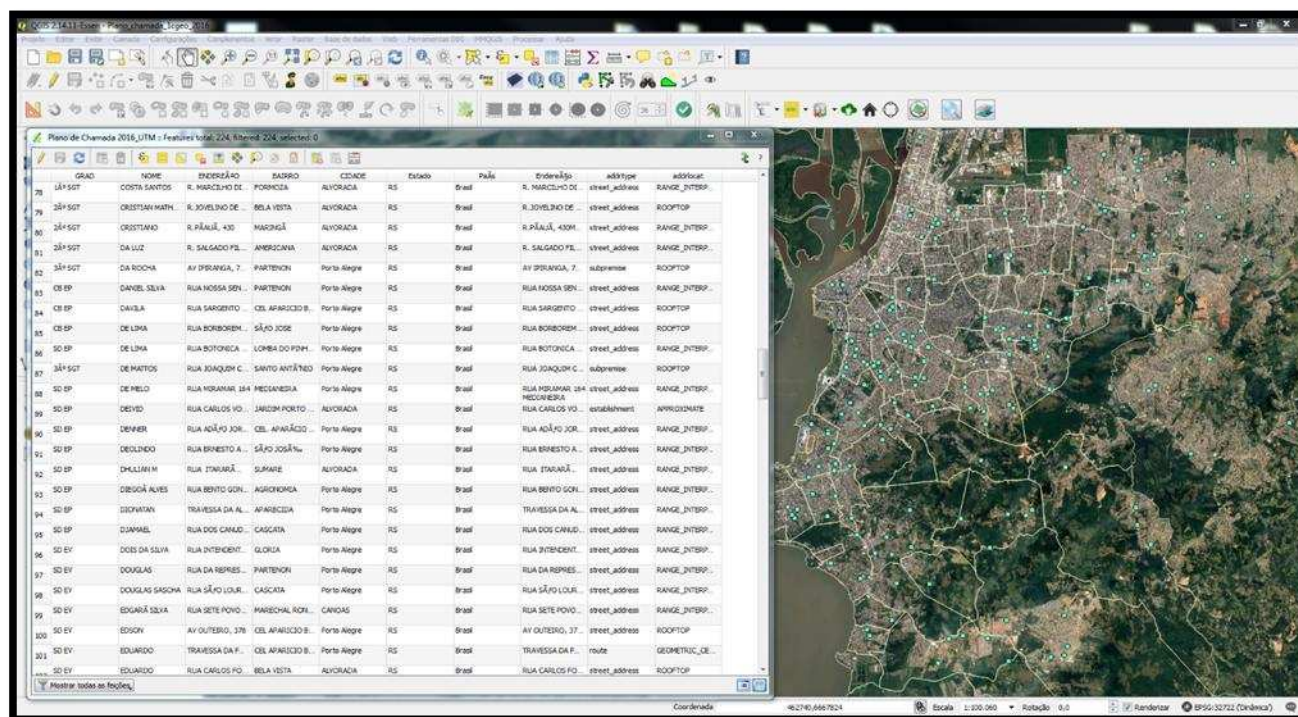
- **6° Passo**: Adicionar um arquivo vetorial à camada criada no 4° passo, com o percurso definido, a cada intervalo entre pontos de controle. Por exemplo, criar uma feição do local do início da marcha até o local do auto horário do 4° Km e outro iniciando no local do auto horário e terminando no local de chegada, no caso de uma marcha de 8km;

- **7° Passo**: Fazer um *hiperlink* com a imagem do local escolhido para cada ponto de controle (Item 0);

- **8° Passo**: Editar os estilos de forma a identificar cada trecho entre os pontos de controle e rotular as camadas (Itens 0 e 0); e

- **9° Passo**: Salvar o projeto. Como sugestão de nomes, podemos ter: "1TAF_2016" para o 1º TAF do ano de 2016 e "MARCHA_8km_2016" para a marcha de 8km do ano de 2016.

11.2 PLANO DE CHAMADA

A elaboração do "Plano de Chamada" nas OM operacionais, inclusive com a localização dos pontos de encontro pode ser facilitada se empregados os conhecimentos de Geoinformação, seguindo-se os passos a serem apresentados:

- 1° Passo: Elaboração/preenchimento de uma planilha no formato CSV com, no mínimo, os seguintes dados: Posto/Graduação, Nome do militar, Endereço, Cidade e Estado e País, estando a planilha no formato UTF-8 (Evitar uso de caracteres especiais), conforme apresentado na Fig 359;

GRAD	NOME	ENDEREÇO	BAIRRO	CIDADE	TELEFONE		Observação	ESTADO	PAIS
CB EP	BLANCO	RUA SARGENTO VITORIO 5	CEL APARICIO BORGES	POA		9767-1578	Motorista	RS	BRASIL
CB EP	HELIVELTON	RUA MANOEL INÉCIO NUNES 159	FATIMA	CACHOEIRINHA		9710-2878	Motorista	RS	BRASIL
CB EP	CARLOS	AV INACIO ANTÔNIO DA SILVA 951 CASA 3	BELÉM NOVO	POA		9699-7398	Motorista	RS	BRASIL
CB EP	RENATO	RUA NOSSA SENHORA DO BRASIL 162	PARTENON	POA		9854-9578	Motorista	RS	BRASIL
CB EP	JEFERSON	ESTRADA SERRARIA 3269	ESPIRITO SANTO	POA		8194-3549	Motorista	RS	BRASIL
CB EP	GUILHERME	RUA LANDEL DE MOURA, 1057	TRISTEZA	POA		3024-3768 9828-8076	Motorista	RS	BRASIL
SD EP	BARBOSA	ESTRADA BARRO VERMELHO 960	RESTINGA	POA		9267-8263	Motorista	RS	BRASIL
SD EP	WALKER	AV BALTAZAR DE OLIVEIRA GARCIA 1286 APT 22	SARANDI	POA		8218-4531	Motorista	RS	BRASIL

Fig 359 - Modelo de planilha.

- 2° Passo: Realizar a Geocodificação destes dados, empregando o complemento "MMQGIS" (Item 0). Salvar o arquivo criado com um nome à sua escolha (Fig 360);

Fig 360 - Geocodificação da Planilha.

- 3° Passo: Realizar a criação dos agrupamentos – *Cluster* – de forma que o maior *cluster* possua a capacidade máxima da viatura a ser utilizada para apanhar os militares, conforme Fig 361. Salvar o arquivo vetorial dos agrupamentos criado (Item 9.5);

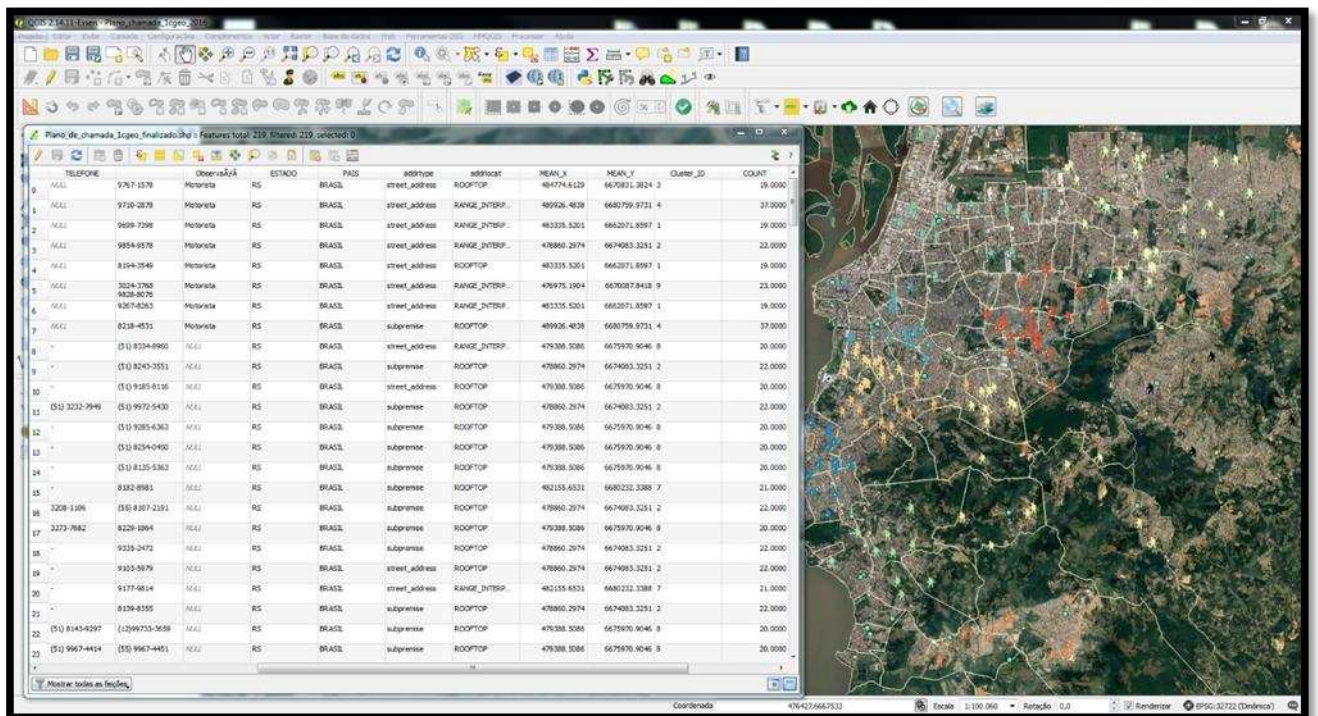



Fig 361 - Agrupamento dos Pontos.

- 4° Passo: Criar os centros dos agrupamentos empregando a ferramenta apresentada no tópico 9.5 (Fig 362);

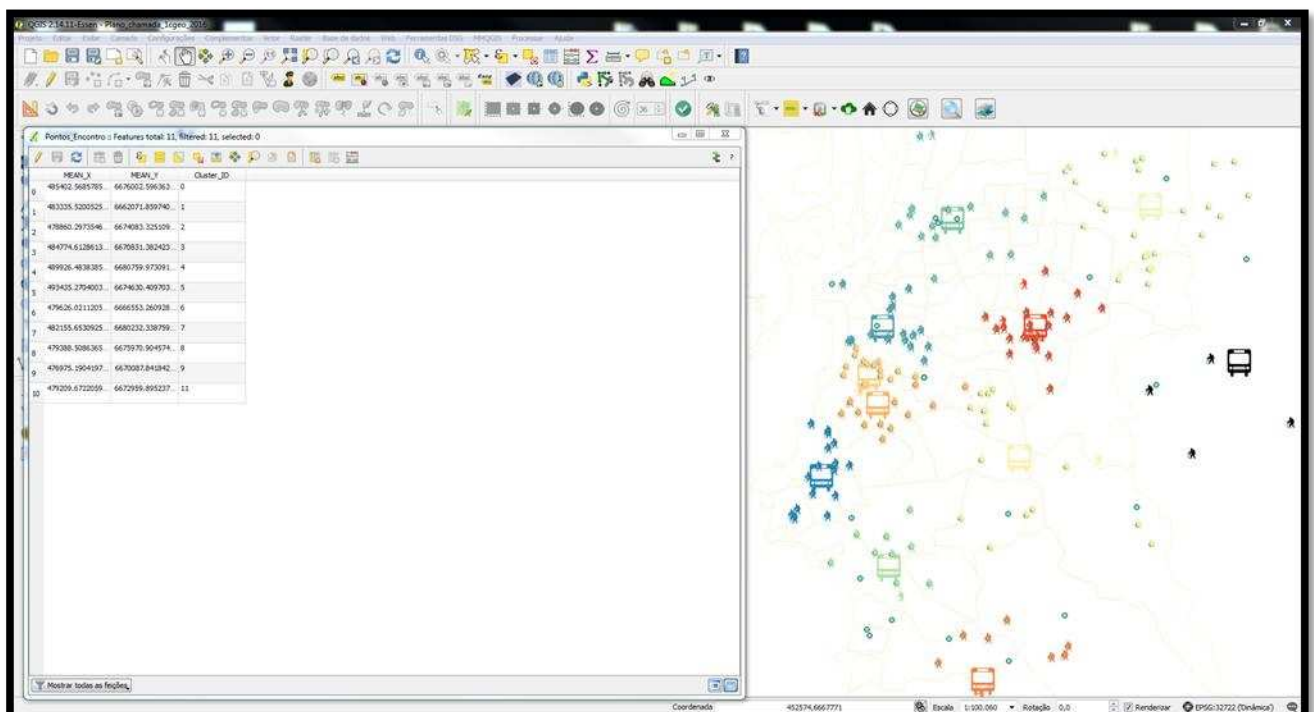



Fig 362 - Centro dos Agrupamentos.

- 5° Passo: Analisar visualmente no mapa os agrupamentos que possuem efetivo pequeno e não justifiquem a criação de um ponto de encontro, eliminando esses pontos, por intermédio da tabela de atributos e salvando o resultado;

- 6° Passo: Mover os locais dos centros, que serão os pontos de encontro, para locais acessíveis, caso estejam em áreas inacessíveis (Matas, Lagos, etc);

-7° Passo: Fazer Geocodificação reversa, identificando os endereços correspondentes a cada ponto de encontro e salvar a nova camada como apresentado no tópico 9.3 (Fig 363);

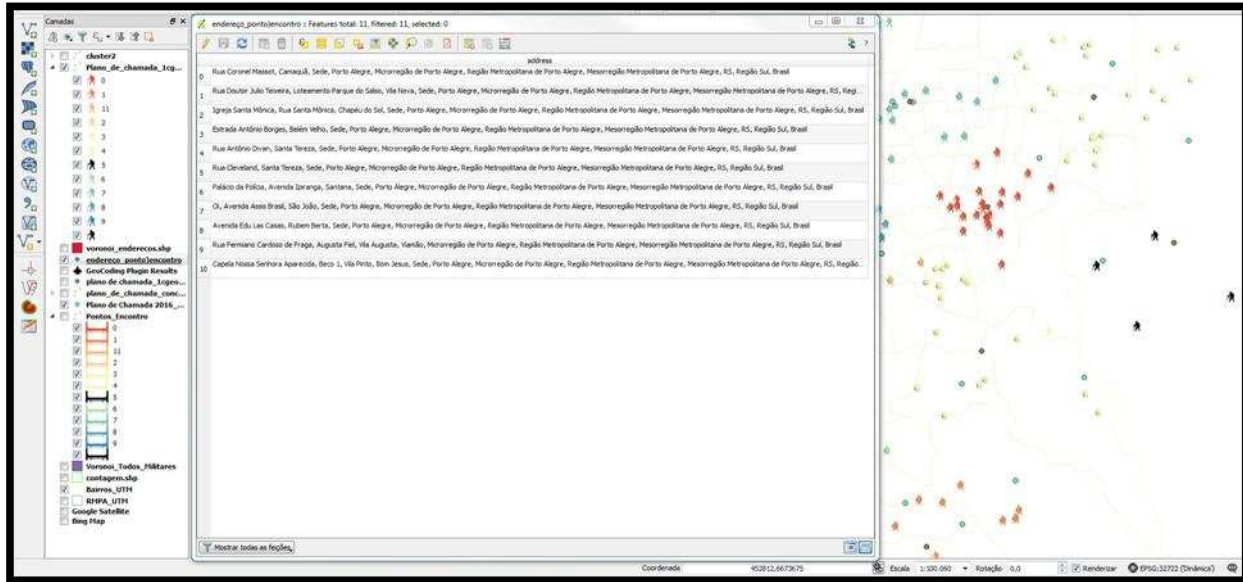



Fig 363 - Geocodificação Reversa.

- 8° Passo: Criar Polígonos de influência – Polígonos de Voronoi – a partir da camada criada no 7° passo, conforme Fig 364 (Item 9.6);

- 9° Passo: Realizar a união (*join*), adicionando o endereço de cada ponto de reunião obtido na geocodificação reversa aos polígonos de influência, conforme apresentado no tópico 9.6 e ilustrado na Fig 365, onde "*Target layer*" = Poligonos de influência e "*Join Layer*" = Pontos de reunião; e

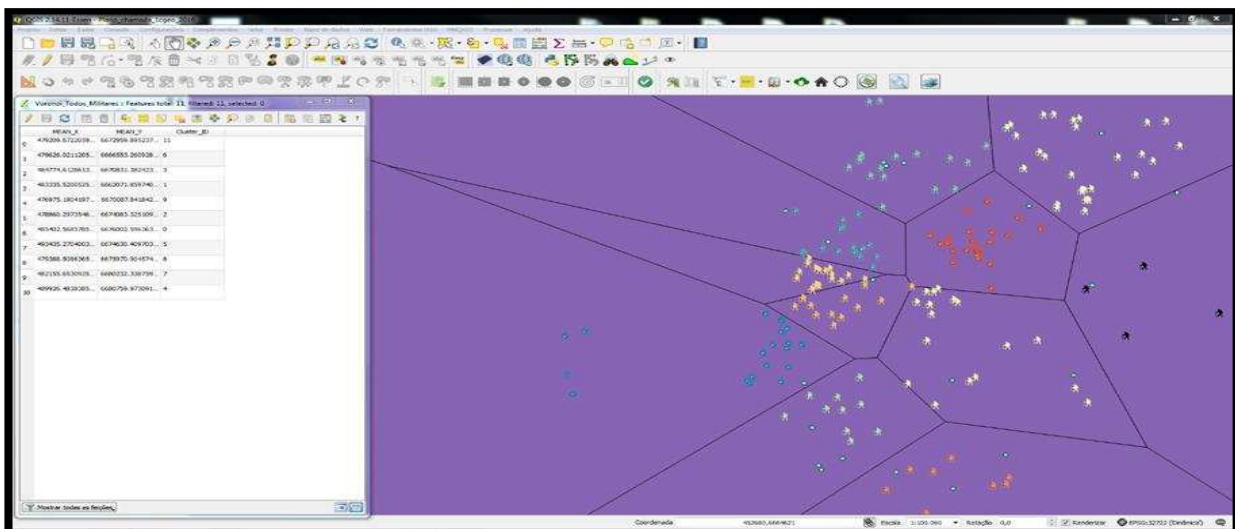
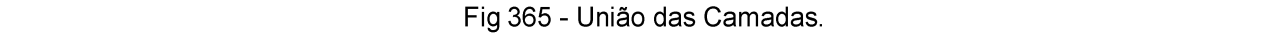



Fig 364 - Polígonos de Influência.

Fig 365 - União das Camadas.

- 10° Passo: Realizar a união (*join*), adicionando à tabela criada no 2° passo, um campo com o dado referente ao polígono do arquivo com os Polígonos de Voronoi que cada militar estará relacionado (Item 9.6) já com o endereço do ponto de encontro. Salvar a camada, conforme ilustrado na Fig 366.

Fig 366 - Nova União de Camadas.

11.3 MANOBRAS

Para o planejamento de manobras, devem ser consideradas duas vertentes: a primeira diz respeito ao planejamento do posicionamento das tropas, da mesma forma que é realizado na carta impressa, ou seja, empregando-se os “Calungas”. Já a

segunda vertente diz respeito ao emprego do Geoprocessamento no planejamento dessas missões, o qual não respeitaria o preconizado no MD 33 – M – 02, mas exploraria as possibilidades de emprego da Geoinformação, como a criação de *buffers*, zonas de influências, entre outros.

Para o planejamento da manobra, no tocante ao uso da simbologia das frações, deve-se seguir os passos apresentados na seção 0.

Para as análises, sugere-se que ao invés de uma camada vetorial pontual, empregue-se uma camada vetorial de linhas, onde cada fração (no exemplo SU) seria representada por uma cor e cada fração desta fração seria representada por tons desta mesma cor. Para isso, deve-se executar os seguintes passos:

- **1° Passo**: Inserir Carta Topográfica, Imagem de Satélite e MDE;
- **2° Passo**: Criar arquivos vetoriais do tipo linha para o escalão considerado (Pel, Cia, Btl, etc) com, no mínimo, os seguintes campos:

a) Id: Int;

b) Fração: *String* de tamanho 20;

- **3° Passo**: Atribuir o estilo da camada criada no 2° passo como categorizado;
- **4° Passo**: Rotular a camada com o nome da fração (Fig 367).

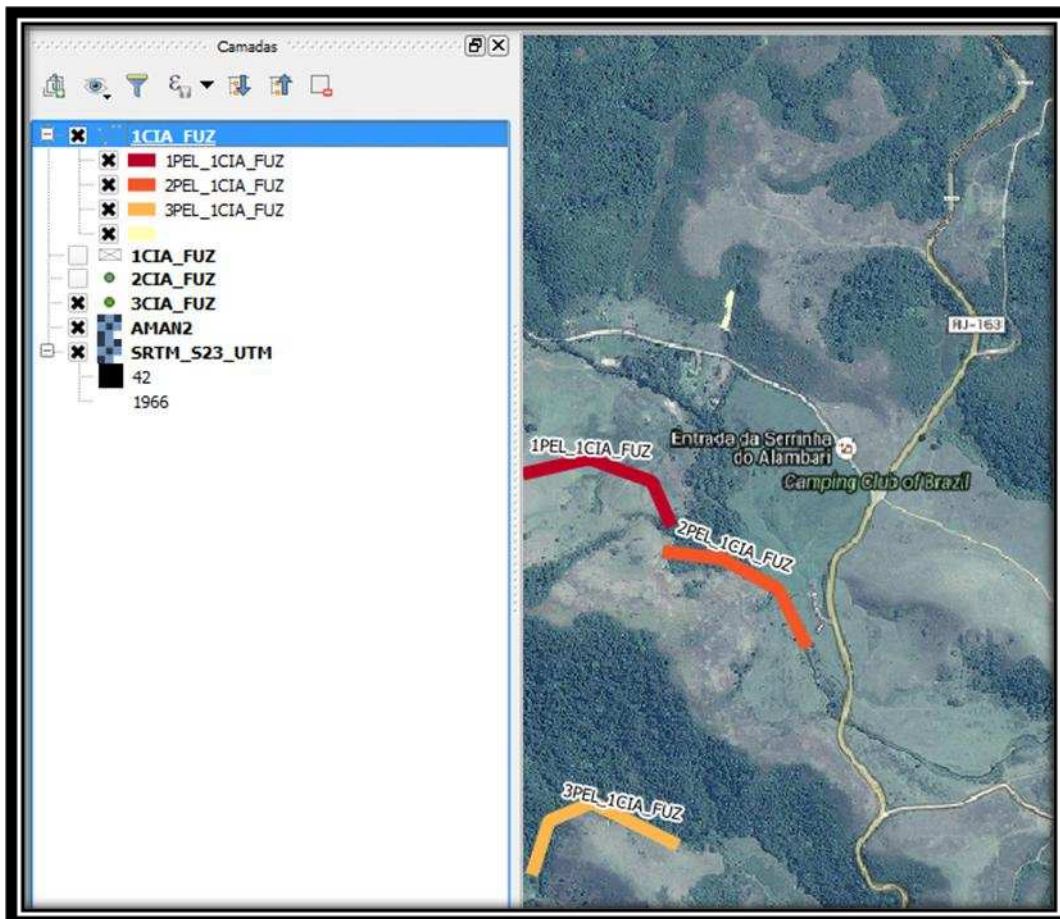



Fig 367 - Manobra: Emprego da Geoinformação.

11.4 SIG 3D DAS OM

Conforme já apresentado, os SIG são um conjunto de ferramentas para manipulação de informações espacialmente distribuídas, com foco na análise e

exibição desses dados, ou seja, esse tipo de sistema possibilita que análises espaciais variadas possam ser realizadas a partir do conhecimento da localização e dos atributos de objetos diversos.

No contexto das OM do EB há diversas aplicações possíveis para emprego do SIG. Algumas destas aplicações, visualizadas e já implementadas em OMDS/DSG serão apresentadas a seguir:

- Demarcação de áreas de faxina/manutenção;
- Demarcação de estacionamentos;
- Demarcação e controle de áreas de instrução da OM;
- Identificação das áreas sensíveis da OM;
- Planejamento do PDA da OM;
- Planejamento do PCI da OM; e
- Controle de reformas da OM.

Visto as possibilidades de emprego dos SIG nas OM do EB, serão apresentados os meios e os passos necessários para a criação de um SIG OM.

Meios:

- Imagem de satélite de alta resolução da OM;
- MDE da região da OM;
- Plantas da OM;
- Dados da OM como altura das construções, das árvores, dos postes; e
- Banco de dados centralizado da OM.

Procedimentos para criação e manutenção de um SIG/3D das OM:

- **1° Passo**: Insira o MDE da região, bem como as imagens de satélite.
- **2° Passo**: Insira e georreferencie as plantas da OM;
- **3° Passo**: Crie um arquivo vetorial tipo polígono e vetorize as construções da OM, lembrando de inserir um campo altura para a construção;
- **4° Passo**: Durante a vetorização insira os campos que julgue necessários, mas considere os seguintes: Nome do responsável, tipo de material, última reforma de hidráulica, elétrica e/ou alvenaria, tipo de material armazenado, classificação quanto à segurança;
- **5° Passo**: Crie um arquivo vetorial com a posição dos postos do quartel, dividindo-os em postos em força de reação, para confecção do PDA;
- **6° Passo**: Crie um arquivo vetorial com a posição dos materiais de prevenção e combate a incêndio do quartel;
- **7° Passo**: Faça a análise de visibilidade dos postos; e
- **8° Passo**: Monte o 3D da OM.

Lembre-se de manter todos os dados constantemente atualizados e acessados mediante o uso de senha, por pessoal autorizado. Estes dados são de suma importância para a vida vegetativa das OM, mas são dados sensíveis que devem ter seu acesso restrito a militares de carreira.

11.5 CORREDORES DE MOBILIDADE

Corredores de mobilidade são faixas do terreno, relativamente abertas, por intermédio das quais elementos de manobra desdobrados possam se deslocar. Eles variam de acordo com o tipo, natureza e a mobilidade de cada Força, sendo requeridas por tropas blindadas e mecanizadas para se deslocarem, ao passo que tropas a pé se

deslocam ocupando menores áreas, fazendo-se valer de cobertas e abrigos, não sofrendo tanto com os obstáculos do terreno.

Para definição dos corredores de mobilidade os seguintes conceitos, previstos na “Diretriz de Trafegabilidade para Viaturas sobre Rodas e sobre Lagartas” (Separata ao BE n°1 de 7 JAN 2011), serão empregados:

- **Terreno Impeditivo**: é aquele que desfavorece o movimento de tropa de determinada natureza. Sua utilização necessitará de forte apoio de engenharia;
- **Terreno Restritivo**: é aquele que limita o movimento de uma tropa e faz com que a velocidade de progressão da mesma seja substancialmente reduzida caso não haja o apoio adequado de engenharia; e
- **Terreno Adequado**: é aquele que não apresenta limitações ao movimento de tropas de uma determinada natureza e, normalmente, não há necessidade de apoio de engenharia para melhorar a mobilidade.

Como padronização, sugere-se empregar as seguintes cores para visualização desta classificação:

- **Terreno Impeditivo: Cor vermelha;**
- **Terreno Restritivo: Cor amarela;**
- **Terreno Adequado: Cor verde/Transparente;**

É importante ressaltar que esta classificação do terreno varia de acordo com a natureza da tropa.

Para confecção dos Corredores de Mobilidade, serão seguidos os passos a seguir, onde serão criadas as seguintes camadas, que serão avaliadas quanto à mobilidade: Relevo, Vegetação, Hidrografia, Obras de Arte, Solo, Localidades e Condições Meteorológicas.

11.5.1 RELEVO

Para análise do relevo serão empregados os conceitos de geração de MDE a partir de curvas de nível e Declividade do Terreno, vistos, respectivamente, nas seções 0 e 0. Além disso, serão empregados os conceitos previstos na Diretriz de Trafegabilidade para Viaturas sobre Rodas e Lagartas, conforme expostos a seguir.

Relevo segundo sua declividade		
Inclinação das Encostas	Grau	Efeitos
0% - 45%	0°- 26°	Adequado
> 45%	> 26°	Restritivo

Tab 19 - Análise do Relevo para Tropas a Pé

Relevo segundo sua declividade		
Inclinação das Encostas	Grau	Efeitos
0% - 10%	0°- 6°	Adequado
10% - 45%	6° - 26°	Restritivo
> 45%	> 26°	Impeditivo

Tab 20 - Análise do Relevo para Vtr sobre Rodas

Relevo segundo sua declividade		
Inclinação das Encostas	Grau	Efeitos
0% - 30%	0°- 17°	Adequado
30% - 45%	17° - 26°	Restritivo
> 45%	> 26°	Impeditivo

Tab 21 - Análise do Relevo para Vtr sobre Lagartas

Para isso, faz-se necessário converter os dados apresentados nas tabelas acima,no formato a ser empregado no QGIS, da seguinte forma:

a)Tropas a Pé:

0.0000 thru 45.0000 = 1 – Adequado à tropa a pé (0-45%)
45.0001 thru 100.0000 = 2 – Restritivo à tropa a Pé (45-100%)

b) Viaturas sobre Rodas

0.0000 thru 10.0000 = 1 – Adequado a viaturas sobre Rodas (0-10%)
10.0001 thru 45.0000 = 2 – Restritivo a viaturas sobre Rodas (10-45%)
45.0001 thru 100.0000 = 3 – Impeditivo a viaturas sobre Rodas (45-100%)

c) Viaturas sobre Lagartas

0.0000 thru 30.0000 = 1 – Adequado a viaturas sobre Lagartas (0-30%)
30.0001 thru 45.0000 = 2 – Restritivo a viaturas sobre Lagartas (30-45%)
45.0001 thru 100.0000 = 3 – Impeditivo a viaturas sobre Lagartas (45-100%)

Após escolher os dados da tropa a ser empregada, este dado deve ser salvo num arquivo no formato “txt”, conforme apresentado na seção 0. A seguir será apresentada uma classificação do Relevo quanto à mobilidade da tropa nas regiões de Resende e Itatiaia no Campo de Instrução da Academia Militar das Agulhas Negras no Estado do Rio de Janeiro (Fig 368).

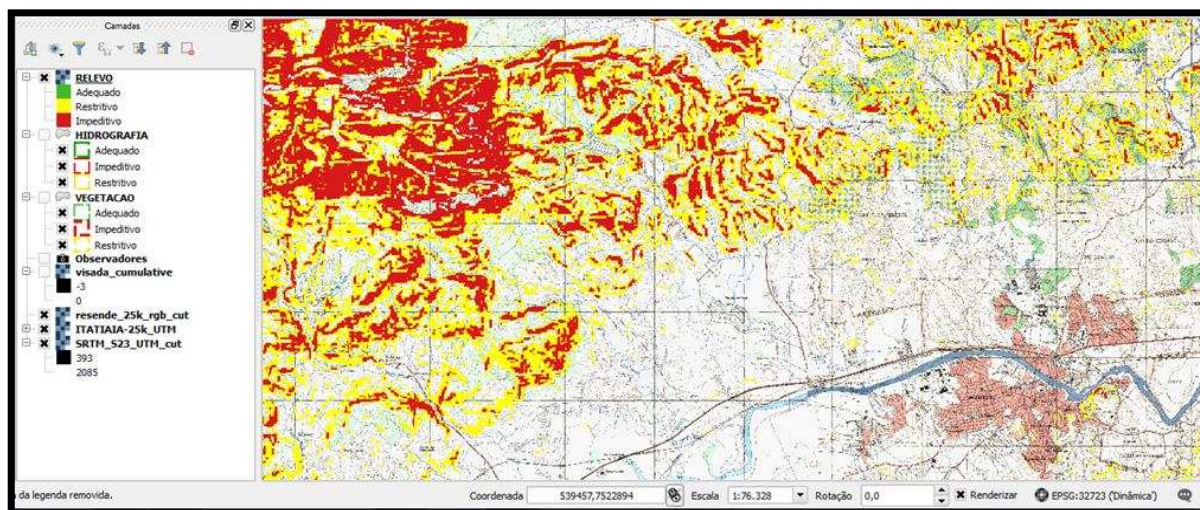



Fig 368 - Declividade do Terreno no QGIS.

11.5.2 VEGETAÇÃO

A vegetação terá influência nos aspectos militares do terreno, principalmente, na observação e nos campos de tiro, bem como nas cobertas, abrigos e nos obstáculos. Neste último caso, impedindo, restringindo ou canalizando o movimento de tropas.

Para confecção do "calco digital" de vegetação devemos analisar a carta, as imagens de satélite e extrair as informações da vegetação destas fontes.

Devemos criar um arquivo vetorial tipo polígono, com um atributo do tipo texto, configurado como "Mapa de Valores", conforme Fig 369 e Fig 370.

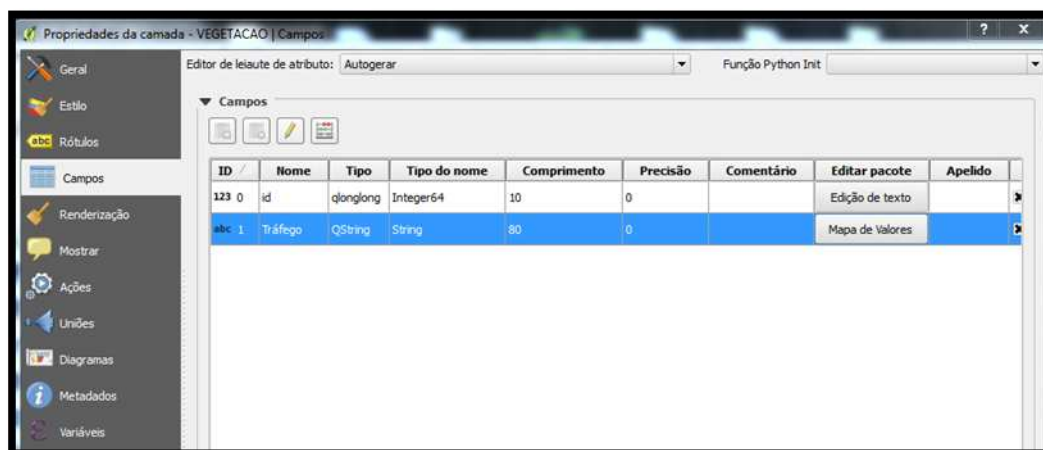



Fig 369 - Configuração da Camada Vegetação.

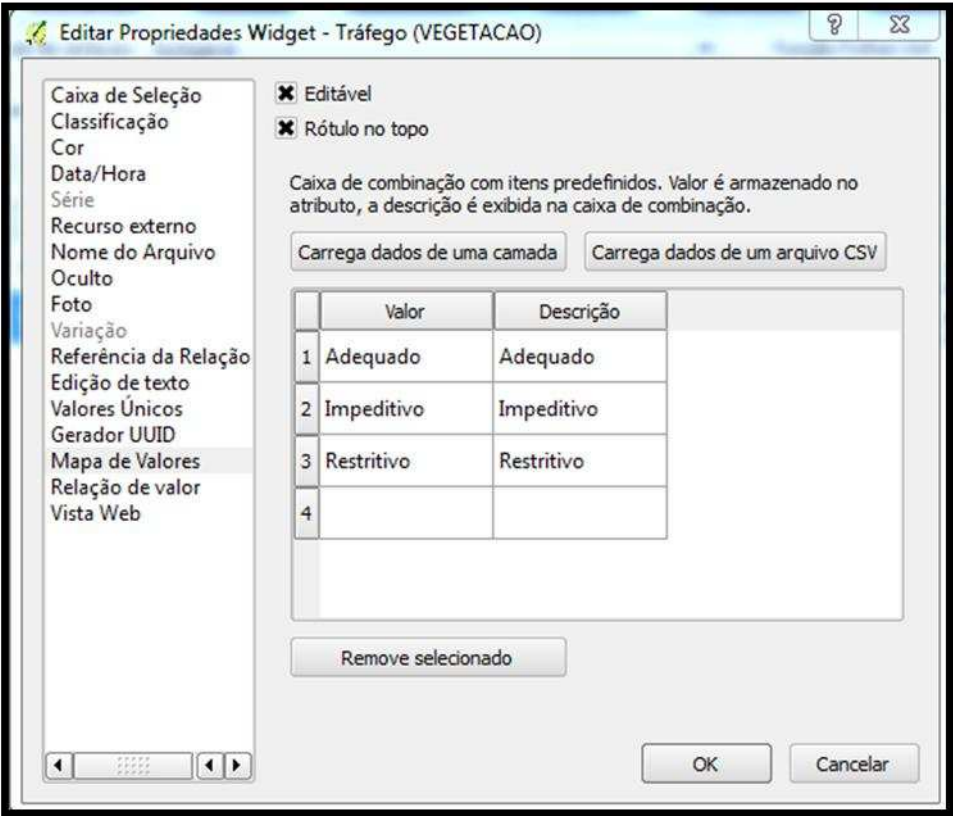



Fig 370 - Configuração do Mapa de Valores.

A Classificação da vegetação deve seguir o previsto na Tab 22.

Restrições impostas pela Vegetação	
Vegetação	Classificação
Grupo de árvores que impeçam o emprego de forças blindadas ou dificultem o Movimento de tropas a pé.	Impeditiva
Árvores espaçadas com reduzido diâmetro (somente para forças blindadas)	Restritiva
Árvores com diâmetro reduzido e espaçadas, não interferindo no emprego de Vtr ou tropas a pé.	Adequada

Tab 22 - Restrições impostas pela Vegetação

Sugere-se gravar um estilo com os dados da trafegabilidade para ser empregado nas próximas fases. Na Fig 371 é apresentado um exemplo de uma classificação de vegetação.

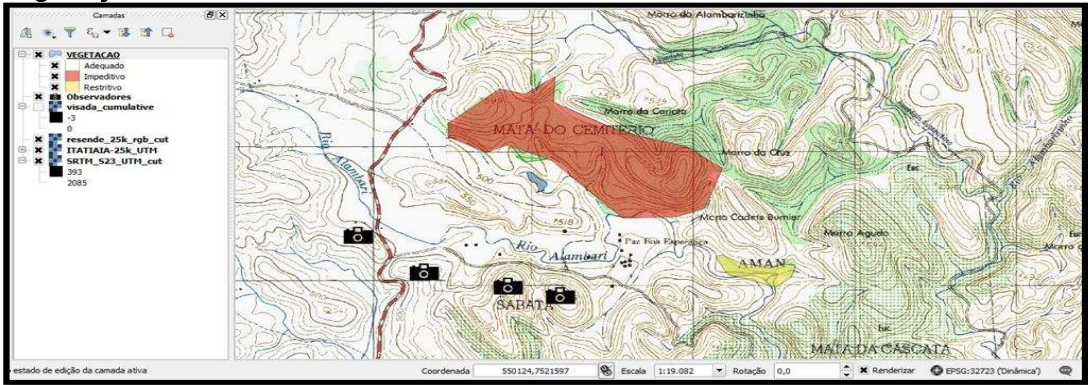



Fig 371 - Exemplo de Classificação de Vegetação.

11.5.3 HIDROGRAFIA

Este aspecto deve abranger todos os cursos de água que, dentro da área de operações, impeçam ou dificultem o movimento das tropas. Para isso, deve ser criado um arquivo vetorial do tipo polígono, com atributo texto denominado tráfego, cujo campo deverá ser do tipo "Mapa de Valores". Neste mapa de valores deverão constar os campos "adequado", "restritivo" e "impeditivo".

A partir dos dados da

Tab 23 - Tabelae da Tab 24, pode-se montar a camada de acessibilidade de hidrografia da sua tropa, conforme apresentado na Fig 372.

Elementos		VAU (m)	Observações
Combatentes a pé		1,00	(1) Sem preparação do CC; (2) Com preparação do CC; (3) Com Snorkel.
Viaturas ¼ e ¾ t sobre rodas e Art AR		0,60	
Viaturas 2 ½ t e 5t		0,75	
Vtr Bld	VBR (CASCAVEL)	1,10	
	VBR (URUTU)	1,10	
	VBTP (M113)	1,60	
	VBC CC (M41)	1,00	
	VBC CC LEOPARD 1 – A1	1,20 (1)	
		2,25 (2)	
		5,00 (3)	
	VBV CC (M69 A3 –TTS)	1,20 (1)	
		2,40 (2)	
	VBE L Pnt	1,05	
	VBC OAP 105mm M108	1,05	
	VBC OAP 155mm M108	1,05	

Tab 23 - Tabela de Passagem de Vau.

Restrições impostas pela Hidrografia	
Hidrografia	**Classificação**
Cursos de água, lagos, pântanos, zonas alagadiças, que não possam ser atravessados com apoio da engenharia, que possuam margens verticais, de superfícies firmes, que possam deter os CC, bem como correnteza de alta velocidade e alta profundidade.	Impeditiva
Cursos de água, lagos, pântanos, zonas alagadiças, que não possam ser atravessados com PLVB em vários locais (mas não em toda a extensão considerada). A velocidade da correnteza deve ser reduzida (<1,5m/s) e a sua profundidade inferior a 1,2m.	Restritiva
Cursos de água, lagos, pântanos, zonas alagadiças, que possam ser atravessados em qualquer lugar ou que possuam inexpressiva largura (<1,5m) e/ou que possuam pouca profundidade (<0,6m) e cuja velocidade da correnteza não impeça a travessia.	Adequada

Tab 24 - Restrições impostas pela Hidrografia para viaturas

Fig 372 - Exemplo de Classificação da Hidrografia.

11.5.4 OBRAS DE ARTE E LOCALIDADES

Estes aspectos devem abranger os principais componentes antrópicos encontrados no terreno que impeçam ou restrinjam o movimento das tropas, da mesma forma que apresentado em Vegetação e Hidrografia. Deve-se considerar pontes, túneis, canais, represas, rodovias, ferrovias, zonas urbanas, setores de concentração populacional, áreas industriais, comerciais e residenciais e outras julgadas de interesse.

11.5.5 NATUREZA DO SOLO

Para emprego dessa característica, considerar-se-ão as duas próximas tabelas, as quais apresentarão, respectivamente, as resistências dos diversos tipos de solos e a pressão exercida pelas diversas viaturas no solo. A partir destas tabelas e conhecendo a natureza da tropa que irá se deslocar na região em questão, deve ser elaborado o "calco digital" de Natureza do Solo.

SOLO SEGUNDO SUA RESISTÊNCIA	
CLASSIFICAÇÃO	**RESISTÊNCIA EM Kg/cm²**
Rochoso	7 – 50
Pedregoso	5 – 7
Arenoso (grosso)	4 – 5
Arenoso (fino)	2 – 3
Argiloso com areia	2 – 3
Argiloso compacto	2 – 3
Argiloso úmido	0,5 – 1
Lamacento	0,5 – 1
Pantanoso	Menos de 0,5

Tab 25 - Resistência do Solo.

TIPO DE VIATURA	PRESSÃO EM Kg/cm²
Viaturas leves	0,3
VBTP (M 113)	0,5
VBC, CC (LEOPARD 1 A1)	0,6 – 0,7
VBC, CC (M60 A3 TTS)	0,7 – 0,8

Tab 26 - Pressão das Viaturas sobre o solo

De acordo com a Tab 25 e a Tab 26, apenas os solos do tipo argiloso úmido, lamacento e pantanoso podem ser considerados como impeditivos para as viaturas VBTP M113, VBC CC LEOPARD 1 A1 e VBC CC M60 A3 TTS.

A seguir será apresentado um exemplo de uma composição de todas estas fases do levantamento de áreas impeditivas e/ou restritivas ao movimento de tropas blindadas sobre lagartas (Fig 373). Este exemplo, considera de forma sumária, o estudo de cada aspecto do terreno, o que deveria ser melhor desenvolvido pelo usuário ao elaborar um corredor de mobilidade para uma manobra.

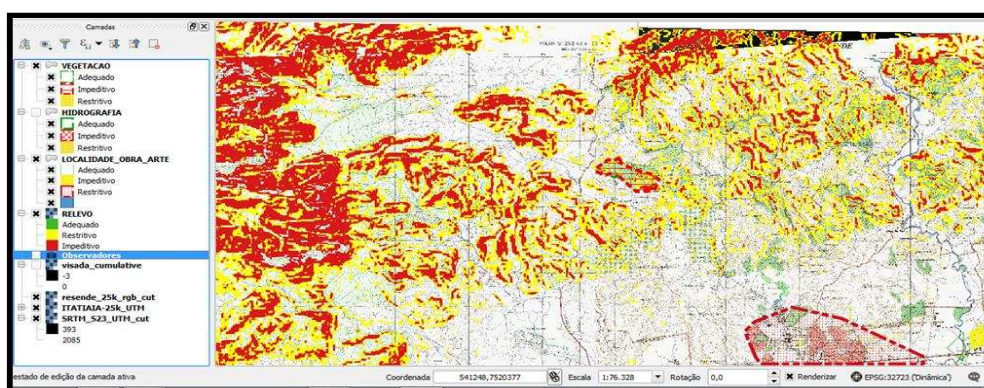



Fig 373 - Áreas de acessibilidade.

CAPÍTULO XII
PARTICIPANTES NA ELABORAÇÃO DESTE CADERNO DE INSTRUÇÃO

Função	Participante	Instituição	Contato
Coordenador	Cel Antonio Henrique **Correia**	1º CGEO	correia.antonio@eb.mil.br
Redator	Cap **Pedro Reis** Gomes da Silva	EsLog	pedroreis.gomes@eb.mil.br
Revisor	TC Linda **Soraya** Issmael	DSG	soraya.issmael@eb.mil.br
Revisor/Editor	1º Ten **Fernando** Lopes Freitas	DSG	fernando.lopes@eb.mil.br
Redator	Cap **Pedro Reis** Gomes da Silva	EsLog	pedroreis.gomes@eb.mil.br
Colaboradores	Cap **Diogo Oliveira** Nascimento	1º CGEO	diogooliveira.nascimento@eb.mil.br
	Cap Angelo **Cantaluppi** Silvestri de Freitas	1º CGEO	cantaluppi.freitas@eb.mil.br
	Cap **Gabriel** Thomé Brochado	1º CGEO	gabriel.brochado@eb.mil.br
	Cap Mcdonnell Araújo **Maieron**	1º CGEO	maieron.mcdonnell@eb.mil.br
	Cap Diego **Benincasa** Fernades Cavalcanti de Almeida	1º CGEO	benincasa.diego@eb.mil.br
	Cap Felipe de Carvalho **Diniz**	1º CGEO	diniz.felipe@eb.mil.br
	Cap R1 **Celso** Antonio Liczbinski	-	celso.liczbinski@terra.com.br
	Ten Carlos Eduardo **Guedes**	1º CGEO	guedes.carlos@eb.mil.br
	Ten João Vitor Negrão **Campello**	4º CGEO	joaovitor.negrao@eb.mil.br
	Ten José **Eliton** Albuquerque Filho	1º CGEO	eliton.filho@eb.mil.br
	1° Sgt Rodrigo da Silva **Ferraz**	1º CGEO	ferraz.rodrigo@eb.mil.br

CONTATO PARA SUGESTÕES E CRÍTICAS:

Caso encontre alguma inconsistência, tenha interesse em fazer críticas e sugestões, a fim de contribuir com o refinamento desta especificação, favor entrar em contato com a equipe técnica responsável pelos trabalhos por meio do endereço eletrônico www.dsg.eb.mil.br. A equipe técnica avaliará as proposições e retornará com o parecer sobre o assunto, assim que possível.

REFERÊNCIAS

BRADAR . (2014, Abril 03). *Tecnologia*. Retrieved from Defesanet: www.defesanet.com.br/tecnologia/noticia/14858/BRADAR-Consolida-Atuacao-na-Area-de-Sensoriamento-Remoto/

Coelho, L. (2003). *Sensoriamento Remoto e Interpretação de Imagens: Conceitos Básicos.* TEO.

D'Alge, J. (1999). Coordenadas geodésicas e sistemas de informação geográfica. *GIS Brasil.* Salvador.

EscuelaPedia. (n.d.). *Aerofotogrametria*. Retrieved from EscuelaPedia: www.escuelapedia.com/aerofotogrametria

ESTEIO. (2015). *Cobertura Aerofotogramétrica*. Retrieved from Esteio: www.esteio.com.br/es/?pagina=ofrecidos/aerofotogrametria.php

Gonzalez, R., & Woods, R. (2009). *Processamento Digital de Imagens* (3ª Edição ed.). Pearson.

IBGE. (2017, Agosto 15). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Retrieved from IGBE: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm

Lemes, C. d. (2011, março 31). *A Terra não é redonda.* Retrieved from RedecolBrasil: www.redecol.com.br/2011/03/terra-nao-e-redonda-e-um-geoide-de.html

Manual de Campanha de Geoinformação. (2014).

Medeiros, A. (2013). *ClickGeo*. Retrieved from ClickGeo: www.clickgeo.com.br

MUPSTECH. (n.d.). *AerialLiDAR*. Retrieved from MUPSTECH Geospatial Solution for a Growing World: www.mupstech.com/aerial-lidar/

Neves, A. C. (2016). *Aula 4 Sistemas de Coordenadas & Projeções Cartográficas.* Retrieved from Slideplayer: Slideplayer.com.br/slide/10032832/

Sapienza, A. (2009, Janeiro 12). *Projeção, Datum e SIG.* Retrieved from GeoXY: www.geoxy.blogspot.com.br/2009/01/projeo-datum-e-sig-mas-que-diabos.html

Silva, & Machado. (2002). Sensores de Alta Resolução Espacial. São José dos Campos, SP, Brasil: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

STEFFEN, C. A. (2017, Agosto 1). *INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO*. Retrieved from INPE: http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm

Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information.* Cheshire, CT: Graphics Press.